

Opinnäytetyö (AMK)

Elektroniikka

Elektroniikkatuotanto

2014

Tatu Pajula

RFID:N TEKNISET RATKAISUT JA INVESTOINTIKUSTANNUKSET



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tatu Pajula

RFID:N TEKNISET RATKAISUT JA INVESTOINTIKUSTANNUKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa RFID:n eli radiotaajuuksien avulla toimivan teknologian ratkaisuja ja mahdollisuuksia yritystoiminnassa. Työssä kartoitetaan erilaisia teknisiä mahdollisuuksia ja niiden soveltuvuus eri kohteisiin. Tutkimuksen kohteena olivat myös investointilaskelmat RFID:n käyttöönoton kustannuksista pääoman tuottoasteen menetelmällä, tarkastelemalla eri alan tutkimuksia. Tutkittavia aloja olivat: kaupan ala, logistiikka ja varastohallinta.

Tutkimusmenetelmänä oli tapaustutkimus. Opinnäytetyön aineisto pohjautuu alan kirjallisuuteen, tutkimuksiin ja laskumalleihin sekä haastatteluihin. Työssä on pyritty hyödyntämään mahdollisimman uutta ja päivitettyä tietoa RFID-teknologiasta.

Tutkimuksien perusteella voidaan päätellä, että yritysten kannattavuus paranee RFID-järjestelmien käyttöön otossa. Investointien pääoman tuottoaste on yrityksestä riippuen suhteellisen nopeaa. Teknologian avulla voidaan vähentää tehtävää työtä sekä nopeuttaa valvontaa ja varastohallintaa automatisoinnin avulla. Jatkotutkimuksille on tarvetta jo nopeasti muuttuvan teknisen kehityksen vuoksi.

ASIASANAT:

RFID, etätunnistus, langaton tiedonsiirto, investointi, kannattavuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electronics | Electronics production

2014 | 43

Instructor: Yngvar Wikström

Tatu Pajula

RFID TECHNICAL SOLUTIONS AND INVESTMENT COSTS

The aim of this study is to identify different uses of RFID, this is radio frequency actuated technology solutions and opportunities in business. The work sets out the different technical possibilities and their applicability to different purposes. This study is also focused on calculations of investment on RFID deployment by using the Return On Investment method.

The research method was a case study . The data was collected from literature, case studies, calculations and interviews with professionals. The aim was to make the best use of new and updated information on the RFID technology.

The investigation led to the conclusion that a company's profitability will improve when the company starts using RFID systems. The investment payback period is relatively short depending on the company and use of technology. Technology can be used to reduce the work and speed up the control and warehouse management automation. In addition the controlling of different processes will be easier. Due to technological progress, there is a need for further research.

KEYWORDS:

RFID, remote identification, wireless data transmission, investment, viability

SISÄLTÖ

SANASTO

1 JOHDANTO	1
2 RFID-TEKNIikka	2
2.1.1 Toimintaperiaate	2
2.1.2 Tunniste	3
2.1.3 Lukija	6
2.1.4 Antennit	8
2.1.5 Palvelimet ja sovellukset	9
2.2 Taajuudet	9
2.3 Standardit	11
3 RFID-TEKNIIKAN RATKAISUT JA MAHDOLLISUUDET	13
3.1 Toimitusketjussa ja tuotteiden seurannassa	16
3.2 Kilpailujen ajanotossa	18
3.3 Vaatteiden valinnassa	20
3.4 Ympäristön ja olosuhteiden hallinnassa	21
3.5 Maksuvälineinä	21
3.6 Terveysthuollossa ja asevoimissa	23
3.7 Muita tekniikan käyttökohteita	24
4 RFID-TEKNIIKAN KUSTANNUKSET	26
4.1 Laskentamenetelmät	26
4.2 Kustannusten kehitys	27
5 ESIMERKIT RFID-TEKNIIKAN KUSTANNUKSISTA	33
5.1 Logistiikka Wal-Mart	33
5.2 Kaupan ROI laskuri	35
6 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	42

LIITTEET

Liite 1. RFID Fashion Retail ROI Calculator

SANASTO

EHF	äärimmäisen korkea taajuusalue (30 – 300 GHz), (Extremely High Frequency)
EPC	elektroninen tuotekoodi, (Electronic Product Code)
EPCglobal	kansainvälinen standardoimisjärjestö elektroninen tuotekoodi
ERP	säteilyteho, (Equivalent radiated power)
ETSI	eurooppalainen standardoimisjärjestö, (European Telecommunication Standards Institute)
DoD	puolustusvoimat, (Department Of Defence)
HF	korkea taajuusalue (3 – 30 MHz), (High Frequency)
FM	taajuusmodulaatio, (Frequency modulation)
IEC	kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio, (International Electrotechnical Commission)
ISO	kansainvälinen standardoimisjärjestö, (International Organization for Standardization)
LF	matala taajuusalue (30 – 300 kHz), (Low Frequency)
LLRP	standardi lukijan ja sovellustietojärjestelmien tiedonsiirrossa, (Low Level Reader Protocol)
MF	keskitaajuusalue (0,3 – 3 MHz), (Medium Frequency)
MRO	huolto- ja korjaustoiminnot, (Maintenance, Repair and Operations)
Multi-Protocol	tuki useammalle standardille
NFC	lähitunnistustekniikka, (Near Field Communication)
RFID	radiotaajuuteen perustuva tunnistus, (Radio Frequency Identification)
ROI	pääoman tuottoaste, (Return On Investment)
RNC	RFID-palvelin, (Reader Network Controller)
SFS	Suomen Standardoimisliitto
SHF	todella korkea taajuusalue (3–30 GHz), (Super High Frequency)
SW	ohjelmisto, (Software)
Tag, tagi	RFID-tunniste

VHF	erittäin korkea taajuusalue (30 – 300 MHz), (Very High Frequency)
VLf	hyvin matala taajuusalue (3 – 30 kHz), (Very Low Frequency)
UHF	ultra korkea taajuusalue (300 MHz – 3 GHz), (Ultra-High Frequency)
UID	tunnistekoodi, (Unique Identification)
UWB	ultra laajakaistainen radiotekniikka, (Ultra Wideband)

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli RFID-tekniikka ja sen tarjoamat tekniset ratkaisut ja mahdollisuudet yrityksen suunnitellessa investointia korvaavaan tekniikkaan. Opinnäytetyön ensimmäinen tavoite oli selvittää RFID-tekniikan toimintaperiaatteet perustasolla sekä kartoittaa tällä hetkellä hyödynnetyt ratkaisut ja mahdollisuudet. Toinen tavoite oli kustannuslaskelmien, tutkimusten sekä laskukaavojen avulla esittää kustannusten osuus investoinneista pääoman tuottoasteen (ROI, Return Of Investment) menetelmällä.

Vastaavia töitä RFID-tekniikan investointikustannuksista on olemassa, mutta vain keskittyen tietylle alalle. Tässä työssä pyrin saavuttamaan laajemman kuvan eri alueille mahdollisten ratkaisujen investoinneista.

Opinnäytetyö pohjautuu alan kirjallisuudesta koottuun tietoon sekä RFID-tekniikkaa toimittavien yritysten kotisivuilta saatuun tietoon. RFID-tekniikan käytöstä ja tulevaisuuden mahdollisuuksista, lähdemateriaali on hankittu myös alan muilta toimijoilta sekä haastattelemalla alalla toimivia yritysten edustajia. Ongelmaksi muodostui RFID-tekniikan investointikustannusten rajallinen saatavuus. Monet yritykset luokittelevat kaikki yritykseen kohdistuneet investoinnit salaisiksi ja tällöin vaikeasti saataviksi. Investointien monimuotoisuus teki laskemisesta haastavaa riippuen eri aloilla käytettävistä teknisistä ratkaisuista. Tästä johtuen esiteltiin enemmän osa-alueita, jonne kustannussäästöt keskittyvät. RFID-tekniikan hintakehitys saatiin kartoitettua luotettavasti.

Opinnäytetyössä tutkittiin RFID-tekniikan ratkaisuja ja mahdollisuuksia eri kohteissa. Tässä työssä kerrotaan muutaman esimerkin avulla millaisia investointeja RFID-tekniikan käyttöönotossa vaaditaan. Työssä kuvataan myös investoinneista saatuja kustannussäästöjä.

2 RFID-TEKNIikka

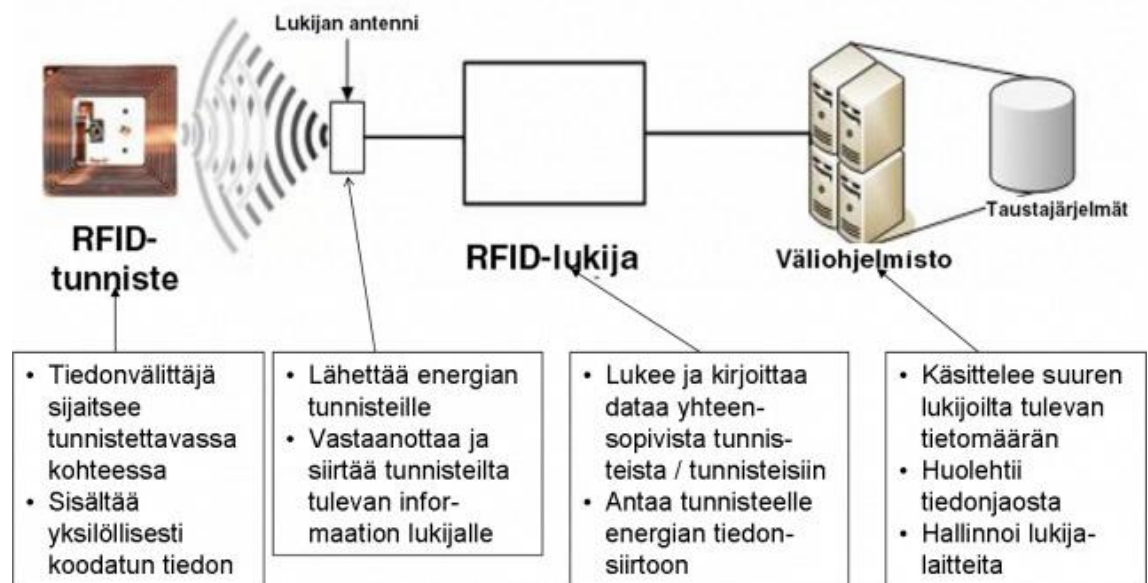
Radiotaajuustunnistus eli RFID (Radio-Frequency Identification) on tekniikka, jossa elektroniselle tunnisteelle (engl. tag) on tallennettu tietty määrä tietoa muodossa, jonka lukijalaite (engl. reader, interrogator) pystyy lukemaan ja välittämään edelleen tietojärjestelmiin. Lukijalle voidaan järjestelmien avulla lähettää käskyjä, joiden välityksellä tunnisteella olevia tietoja voidaan muuttaa, lukita tai tuhota. Itse tunnistetta on kiinnitetty nä tiettyyn esineeseen, jonka avulla esine tunnistetaan, jäljitetään tai sen tilaa voidaan seurata. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 9-10.)

Suurimmat sovellusalueet ovat nykyisin logistiikassa, liikenteessä ja kulun valvonnassa. RFID:n on arvioitu vähitellen korvaavan viivakoodit, koska RFID-tekniikka ei edellytä visuaalista kontaktia ja lukeminen on mahdollista myös kauempaa. RFID-tunnisteeseen voidaan sisältää huomattavasti enemmän yksilöityä tietoa, jota voidaan käyttää laajemmissa ja erilaisissa toimintaympäristöissä kuin viivakoodia. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 9-10.)

Perinteisiin tekniikoihin verrattuna radiotaajuisten etätunnistuksen hyödyt voivat olla merkittäviä. RFID-tekniikan käyttö voi tehdä tarpeettomaksi monia eri prosessivaiheita esimerkiksi logistiikassa. Tietojen ollessa digitaalisessa muodossa lukemisesta aiheutuvat virheet vähenevät sekä tietojen keräys nopeutuu. Tuotteiden läpimenoaika, varastoseuranta, kulunvalvonta tapahtuvat reaaliajassa eri prosesseissa. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 9-10.)

2.1.1 Toimintaperiaate

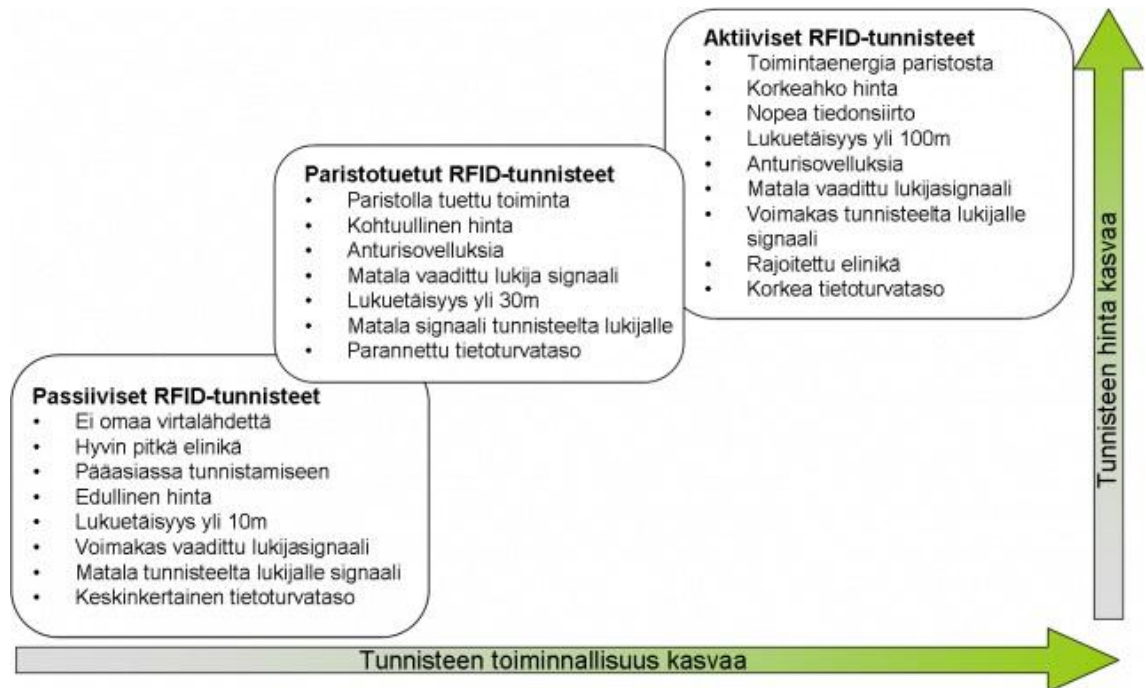
RFID-järjestelmä muodostuu kolmesta osasta: lukijasta, tunnisteesta eli tagista ja antennista. Lisäksi tarvitaan myös taustajärjestelmä, jonka avulla käsitellään saatua dataa. RFID-tunniste luetaan RFID-lukijalla, joka voi olla yhteydessä erilaisiin taustajärjestelmiin RFID-palvelimen kautta. Järjestelmä voi koostua myös pelkästä tunnisteesta ja lukijasta. Lukija ja tunnistetta ovat yhteydessä ilmarajaprotokollan (engl. Air Interface Protocol) välityksellä. (RFIDLab Finland Ry 2014a). Kuvassa 2.1 on esitetty RFID-järjestelmä.



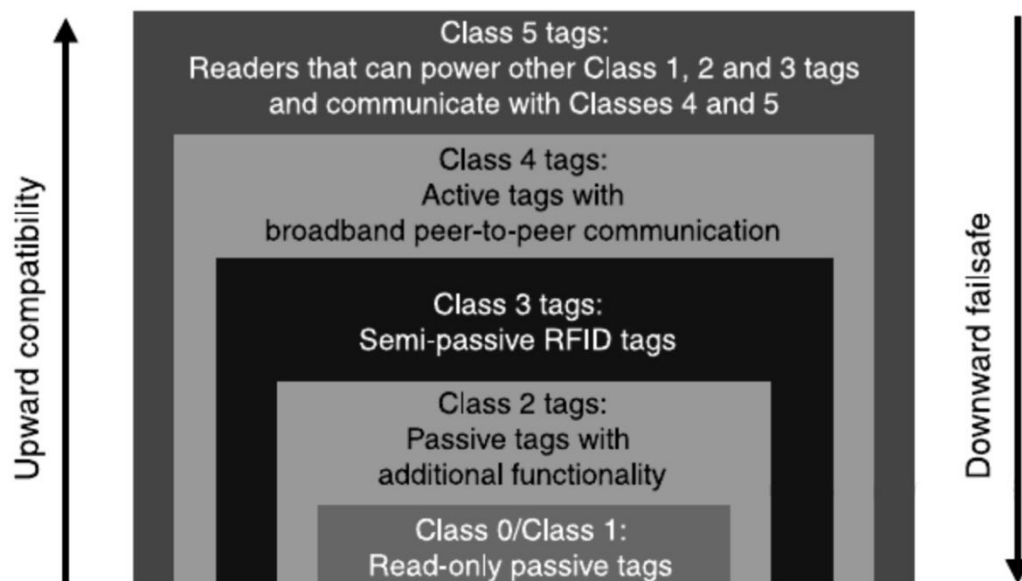
Kuva 2.1 RFID-järjestelmä. (RFIDLab Finland Ry 2014a)

2.1.2 Tunniste

Tunniste eli tagi voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään toimintaperiaatteiden ja ominaisuuksien mukaan. Tunnistetyypit ovat passiivinen, semipassiivinen ja aktiivinen tunnistus. Tunniste muodostuu kahdesta komponentista, antennista ja mikropiiristä. Aktiivitutunniste sisältää lisäksi myös pariston. Tunnisteen toiminnallisuuden kasvaessa myös hinta kasvaa (Kuva 2.2). Tunniste voidaan myös jakaa viiteen eri EPC (Electronic Product Code) luokkaan niiden ominaisuuksien mukaan (Kuva 2.3). EPC-koodin avulla tunnistella oleva tieto tallennetaan sirulle binaarimuodossa. Uusin EPC-luokka Gen 2 esiteltiin vuonna 2005, joka korvasi luokkien 0 ja 1 tunnistukset. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 56; Finkenzeller 2010, 280.)



Kuva 2.2 RFID-tunnistetyypit. (RFIDLab Finland Ry 2014a)



Kuva 2.3 RFID-tunniste luokat. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 12.)

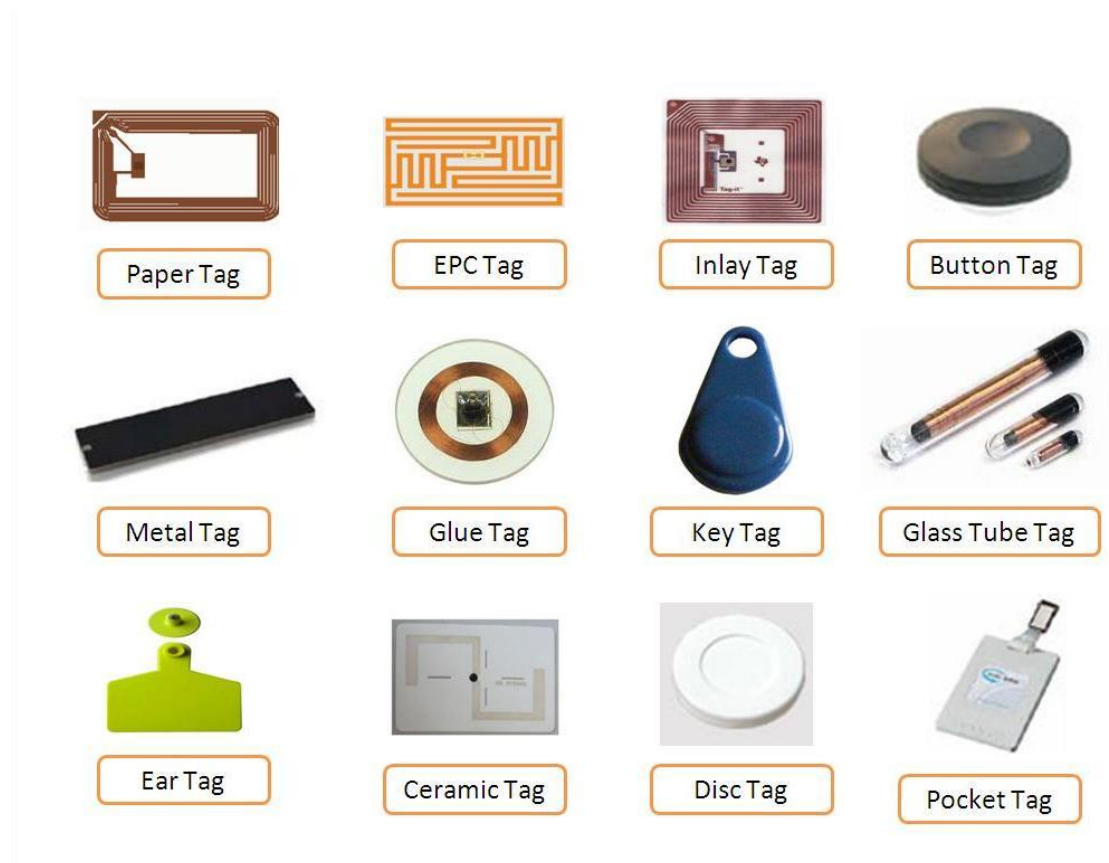
RFID-tunnisteiden valmistuskustannukset ja fyysinen koko ovat pienentyneet samalla, kun tunnisteen kapasiteetti on kasvanut, mikä on tuonut uusia sovelluskohteita teknikalle. Tunnisteen fyysinen koko voi olla pienimmillään jopa 0,05 mm x 0,05 mm x 5 µm. Tämän kokoluokan tunnisteita voidaan lisätä esimerkiksi paperimassaan, jolloin niitä

voidaan käyttää vaikka setelien ja asiapaperien aitouden varmistamiseen. Suurempia tunnisteita 140 mm x 25 mm x 8 mm, käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa metalliesineiden tunnisteissa. Tunnisteita on moniin tarkoituksiin (Kuva 2.4). Käyttötarkoitus vaikuttaa siihen millainen teho, koko, antennimalli, toimintataajuus ja tallennuskapasiteetti tunnisteella pitää olla. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 38-39.; Finkenzeller 2010, 13-23.)

Passiivisella tunnisteella ei ole omaa virtalähdettä. Tarvittava energia saadaan lukijan lähettämistä radioaalloista integroidun antennin avulla. Tunniste lähettää indusoidun sähkövirran avulla lukijalle sen tarvitsemaa tietoa sekä suorittaa lukijan lähettämät käskyt. Lukuetaisyys tunnisteella on noin 10 mm:stä 5 m:iin. Passiivinen tunniste on halpa valmistaa ja pieni kooltaan. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 38-39.; Finkenzeller 2010, 13-23.)

Semipassiivisella eli paristotuetulla tunnisteella on virtalähde, mutta oma lähetin puuttuu. Tämän vuoksi sen toiminta on samankaltaista kuin passiivisella tunnisteella. Semipassiivinen tunniste pystyy kuitenkin vahvistamaan signaalin takaisinsirontaa, jonka vuoksi tunnisteiden lukuetaisyys on suurempi verrattaessa vastaavaan passiiviseen tunnisteeseen. Myös siirtovarmuus on semipassiivisten tunnisteiden etuja. Virtalähteen energian loputtua tunniste jatkaa toimintaansa kuin passiivinen tunniste. Tunnisteiden koko ja hinta kasvavat virtalähteen käytön vuoksi. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 38-39.; Finkenzeller 2010, 13-23.)

Aktiivisella tunnisteella on virtalähde, lisäksi muisti on usein suurempi kuin passiivisella tunnisteella. Aktiivisella tunnisteella voidaan lukea tietoa useiden kymmenien metrien, jopa satojen metrien päästä. Virtalähteenä käytetään yleensä kertakäyttöistä tai vaihdettavaa paristoa. Aktiivitunnisteissa voi olla erilaisia antureita sekä monia tulo- ja lähtöportteja. Aktiivinen tunniste on pitkäikäinen, kallis ja suurikokoinen. Tunniste ei ole toimintakuntoinen ilman virtalähdettä ja virran vähetessä tunniste voi lähettää väärää tai puutteellista tietoa. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 38-39.; Finkenzeller 2010, 13-23.)



Kuva 2.4 RFID tunnisteita. (Coresonant)

2.1.3 Lukija

Lukijan avulla voidaan lähettää ja lukea tunnisteiden tietoja sekä muokata tunnisteella olevia tietoja. Tietoa välitetään joko magneettisesti tai sähkömagneettisesti. Magneettista kenttää kutsutaan lähikentäksi, jossa tiedon siirto perustuu magneettiseen induktioon. Sähkömagneettista kenttää kutsutaan kaukokentäksi, jossa tiedon siirto tapahtuu radioaalloilla eri taajuuksilla. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 30-32.)

Yleensä lukualueella on useita tunnisteita, joten lukija tekee monia toimintoja samaan aikaan. Viestejä voi kulkea jopa satoja sekunnin aikana. Lukijalaitteena voidaan käyttää porttia, pienempää levymuotoista antennia tai kannettavaa käsipäätettä. Lukijalaitteita on olemassa monia erilaisia riippuen käyttötarkoituksesta (Kuva 2.5). (SFS-käsikirja 301-1:2010, 30-32.)

TYPES OF READERS



RFID Readers (examples)

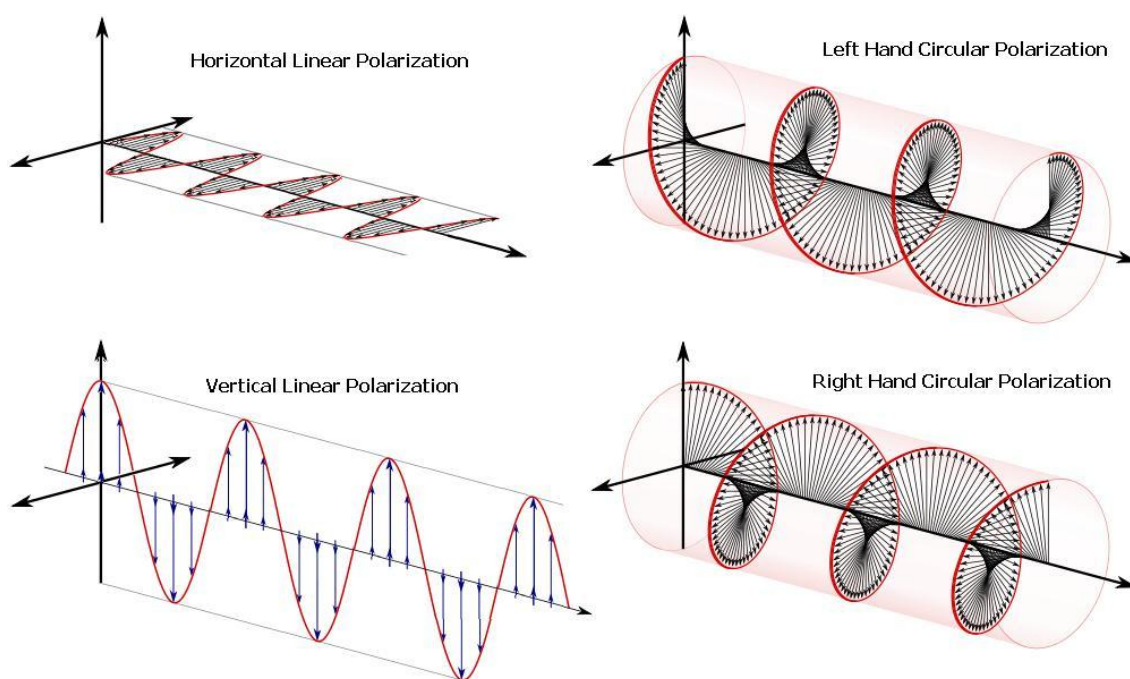
Kuva 2.5 RFID lukijoita. (Banini)

Lukijaa valittaessa on huomioon otettavat seuraavat seikat:

- Operointitaajuus. Yhteensopivuus käytettävien tunnisteiden kanssa
 - Tuki eri standardeille (multi-protocol). Lukija voi lukea useampia erilaisia tunnistetyyppejä
 - Alueelliset lait ja säädökset. Taajuusrajoitukset ja kentänvoimakkuuksien noudattaminen
 - Verkostoituminen. Lukijoiden linkitys toisiinsa eri verkkojen ja tiedonsiirtoprotokollien avulla
 - Asennus ja päivitys. Ohjelmistojen ja verkon välityksellä
 - Antenni. Sopivuus eri olosuhteisiin, useamman antennin käyttö
 - Liittymäraja- pinta. Soveltuvuus käytettävissä oleviin järjestelmiin.
- (SFS-käsikirja 301-1:2010, 32.)

2.1.4 Antennit

Yleisimmät RFID-tekniikassa käytetyt antennityypit ovat lineaarisesti ja ympyränmuotoisesti polarisoituja (Kuva 2.6). Polarisaatiolla on suuri merkitys tunnistaiden lukuetaisyydessä, lukuvarmuudessa sekä suuntauksen vaikutuksessa. Lineaarisesti polarisoidut antennit ovat herkkiä suuntaukselle. Lukualue on kapea ja lukuetaisyys on pitkä. Ympyränmuotoisesti polarisoidut antennit eivät ole herkkiä suuntaukselle ja vastaavasti lukualue on laajempi sekä lukuetaisyys hieman lyhyempi. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 32-35.; Finkenzeller 2010, 116-117.)



Kuva 2.6 Radioaaltojen polarisaatio. (Arnoldsat)

Tunnisteet viritetään vastaanottamaan lähetystaajuus oikeanlaisella antennirakenteella. Antennin pituus on suoraan verrannollinen käytettävään aallonpituuteen. Antennin käyttäytyminen on tarkasti ennustettavissa ja täsmällisesti laskettavissa matemaattisesti. Antennit voivat olla upotettuja, integroitua tai ulkoisia. UHF alueella käytetään yleensä dipoliantenneja. Dipoli- ja silmukka-antennit ovat ideaalisia valmistaa painamalla, minkä vuoksi niiden valmistuskustannukset ovat suhteellisen matalat. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 33-35.; Finkenzeller 2010, 116-117.)

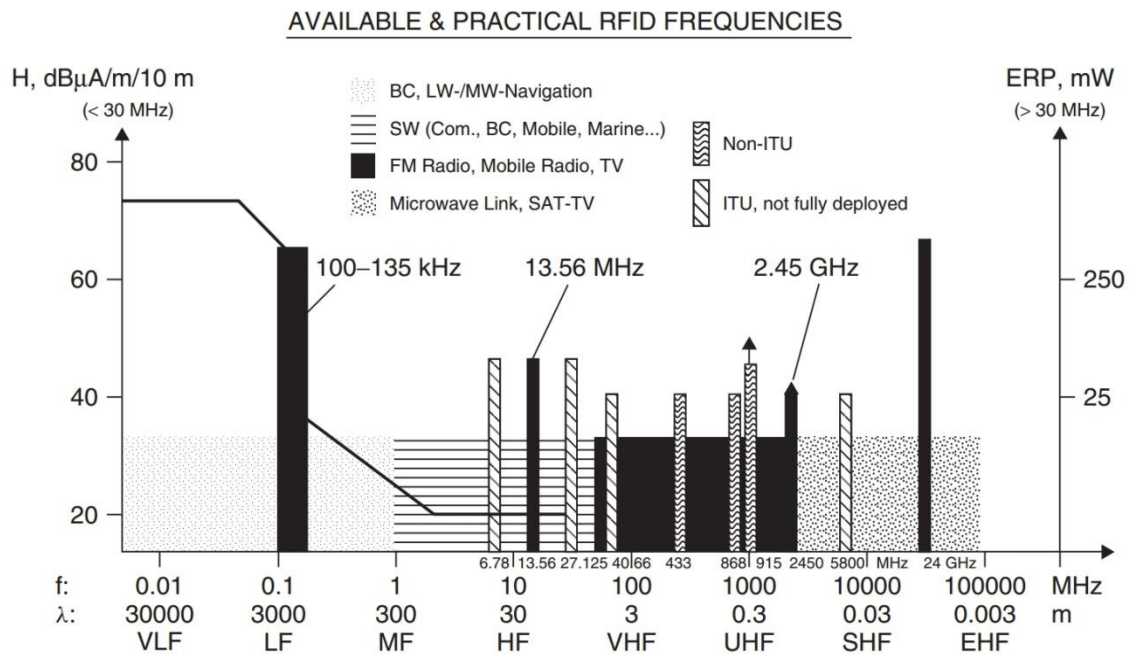
2.1.5 Palvelimet ja sovellukset

RFID-palvelin eli RNC (engl. Reader Network Controller) on järjestelmä, joka ohjaa lukulaitteiden toimintaa. Palvelin antaa lukijalle käskyjä, joiden avulla lukija lukee tunnisteen tietoja, kirjoittaa, muokkaa, lukitsee tai hävittää tiedon tunnisteelta. Palvelin käyttää tiettyä protokollaa tiedon välittämiseen. Näistä tunnetuimpia ovat ISO-standardit sekä LLRP (Low Level Reader Protocol) -protokolla. Palvelin on yhteydessä muihin tietojärjestelmiin ja tietokantapalvelimiin määrättyllä tiedonsiirtostandardilla. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 36.)

Taustalla toimivat tietojärjestelmät ohjaavat lukijalaitteiden toimintaa sekä käsittelevät tunnisteilta kerättyä tietoa, että sitä voidaan hyödyntää yrityksen muissa toiminnoissa. Pelkän tunnistetiedon saattaminen käyttäjän tietoon mahdollistaa toiminnan tehostamisen, mutta laajemmat hyödyt saadaan käyttöön sovittamalla se yhteen tietojärjestelmien kanssa. Suurimmat hyödyt saadaan silloin, kun tunnisteelta saatu tieto yhdistetään yrityksen eri järjestelmissä olevaan valmiiseen tietoon. Näin saadaan uutta tietoa, jonka tuottamiseen ennen RFID-tekniikan käyttöönottoa vaadittiin paljon työtä. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 36-37.)

2.2 Taajuudet

RFID-tekniikassa käytetään pääasiassa neljää eri taajuusaluetta. Mitä korkeampaa taajuutta käytetään, sitä nopeammaksi tiedonsiirto ja lukuetaisyys kasvavat. Tunnistuksessa käytettävissä taajuuksissa on vaihteluja eri maiden ja maanosien välillä. Ainoastaan 2,45 GHz sovelluksia voidaan käyttää yhtenäisesti koko maapallolla. Euroopassa ETSI-organisaatio (European Telecommunications Standards Institute) vastaa radio-taajuuksien jakamisesta ja standardoinnista. Kuvassa 2.7 nähdään mahdolliset RFID-tekniikassa käytettävät taajuudet. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 40.)



Kuva 2.7 Saatavilla olevat ja käyttökelpoiset RFID taajuudet. (Finkenzeller, 156.)

RFID-tunnisteet jaetaan taajuusalueen mukaan neljään eri luokkaan:

- LF (Low Frequency) alle 135 kHz
- HF (High Frequency) 13,56 MHz
- UHF (Ultra High Frequency) 869 – 928 MHz ja 433 MHz
- Mikroaaltoalue 2,45 tai 5,8 GHz.

(SFS-käsikirja 301–1:2010, 40.)

Taajuusalue valitaan sovellusympäristön ja vaadittavien ominaisuuksien mukaan. Taulukosta 1 nähdään eri taajuusalueiden on omat erityispiirteet. Esimerkiksi LF-taajuutta käytetään eläinten tunnistamisessa ja älykorteissa, HF-taajuutta kulunvalvonnassa, UHF-taajuutta logistiikassa ja mikroaaltoja nopeasti liikkuvien kohteiden tunnistamisessa. RFID-tekniikan hyödyntämistä UWB (Ultra Wide Band, 3,1 – 10,6 GHz) tekniikan avulla on myös kokeiltu alzheimer ja dementia potilaiden tarkkailussa. (SFS-käsikirja 301–1:2010, 40–42.; Finkenzeller 2010, 155–156, RFID Journal 2014a.)

Taulukko 1 Taajuusalueiden ominaisuuksia. (SFS-käsikirja 301–1:2010, 41.)

Taajuuskaista	LF (Low Frequency)	HF (High Frequency)	UHF (Ultra High Frequency)	Mikroaallot
Taajuudet	30 - 300 kHz	3 - 30 kHz	300 MHz - 3 GHz	2 - 30 GHz
Kytkeytyminen	Magneettinen	Magneettinen	Sähkömagneettinen	Sähkömagneettinen
Tyypilliset RFID-taajuudet	125 - 134 kHz	13,56 MHz	433 MHz tai 855 - 956 MHz	2,45 GHz
Arvioitu lukuetaisyys	< 0,5 m	< 1,5 m	433 MHz < 100 m 865 - 956 MHz 0,5 - 5 m	< 10 m
Tyypillinen tiedonsiirtonopeus	n. 1 kbit/s	n. 100 kbit/s	433 - 956 MHz: 640 kbit/s	n. 100 kbit/s
Ominaispiirteet	Lyhyet etäisyydet, pieni tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden, muttei metallia	Suuremmat etäisyydet, melko hyvä tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden, muttei metallia	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, alle sadan objektin yhtäaikainen luku, ei läpäise vettä eikä metallia	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, ei läpäise vettä eikä metallia
Tyypillinen käyttökohde	Älykortit, eläinten tunnistus	Kulunvalvonta ja turvallisuus	Logistiikka	Liikkuvien autojen tietullit

Tyypillisesti LF ja HF tunnisteet ovat passiivisia ja toimivat hyvin veden ja metallien läheisyydessä. Tunnisteet UHF taajuudella ovat passiivisia 868 MHz / 915 MHz ja aktiivisia 315 MHz / 433 MHz taajuuksilla. UHF tekniikan käyttö on lisääntynyt eniten viime vuosina. Mikroaalloilla lukuetaisyydet ja lukunopeus kasvavat ja tunnisteiden koko pienenee. Mikroaalloilla toimivat tunnisteet ovat pääasiassa semipassiivisia tai aktiivisia, mutta myös passiivisia tunnisteita on käytössä. (SFS-käsikirja 301–1:2010, 40–42.; Finkenzeller 2010, 155–156, RFID Journal 2014a.)

2.3 Standardit

ISO (International Organization for Standardization) ja IEC (International Electrotechnical Commission) ovat määritelleet RFID-tunnisteille monia eri standardeja.

ISO Standardit voidaan jakaa seuraavasti:

- Eläinten tunnistus ISO/IEC 11784, 11785, 14223
- Kontaktittomat älykortit ISO/IEC 10536, 14443, 15693, 10373
- Kontaktittomat tietovälineet ISO/IEC 69873
- Kontin tunnistus ISO/IEC 10374

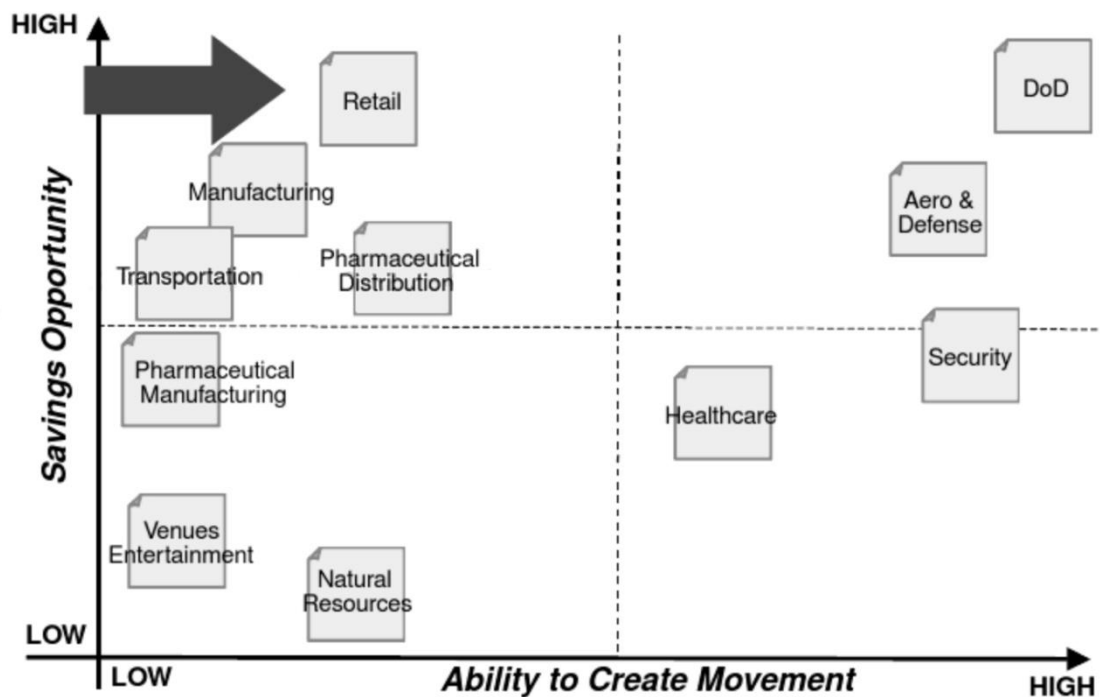
- Tuotteiden hallinta ISO/IEC 18000.

Standardeissa ei yleensä oteta kantaa tunnisteen ulkomuotoon tai valmistusmateriaaliin. Maailmanlaajuisesti ongelmaksi on muodostunut, ettei ole yhtä standardia mitä noudatettaisiin globaalisti. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 44-45; Finkenzeller, 164-175.)

LLRP (Low Level Reader Protocol) on EPCglobalin kehittämä standardi lukijan ja sovellustietojärjestelmien keskeiseen tiedonsiirtoon. Tietojärjestelmän tehtävät jakautuvat kolmeen eri osa-alueeseen: tunnisteelta kerättyjen tietojen käsittelyyn, lukijalaitteen hallinnointiin sekä niiden kontrollointiin ja säätelyyn. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 70-71.)

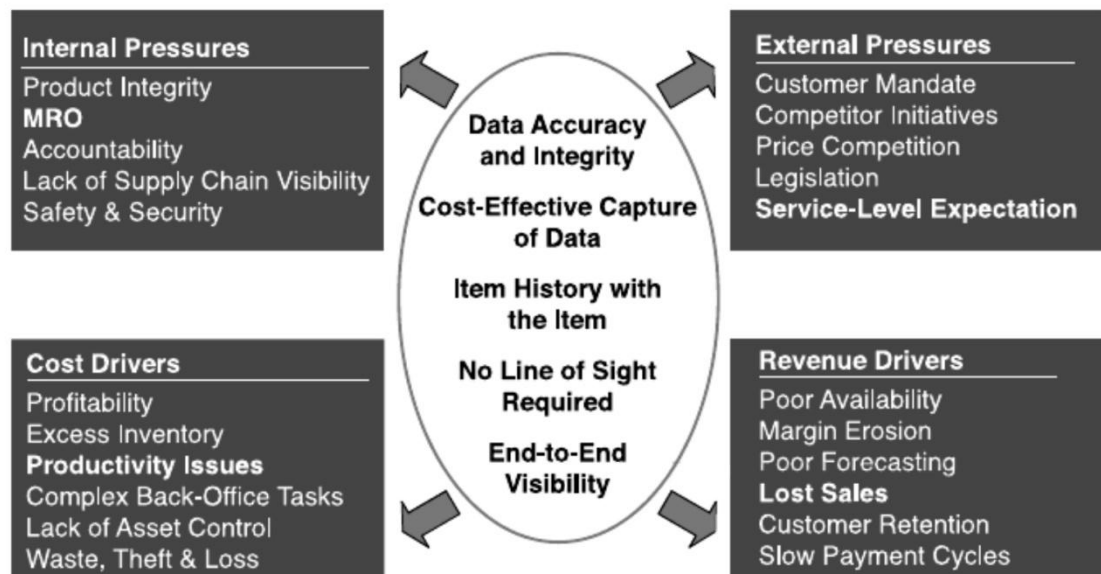
3 RFID-TEKNIIKAN RATKAISUT JA MAHDOLLISUUDET

Mahdollisuudet RFID-tekniikan hyödyntämisessä ovat suuret. Suurimmat hyötyjät ovat kuljetus-, valmistus- ja kaupan alat (Kuva 3.1). Myös monilla muilla aloilla RFID-tekniikan käytöllä on mahdollista säästää kuluissa. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 21–24.)



Kuva 3.1 RFID toimiala-analyysi. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 23.)

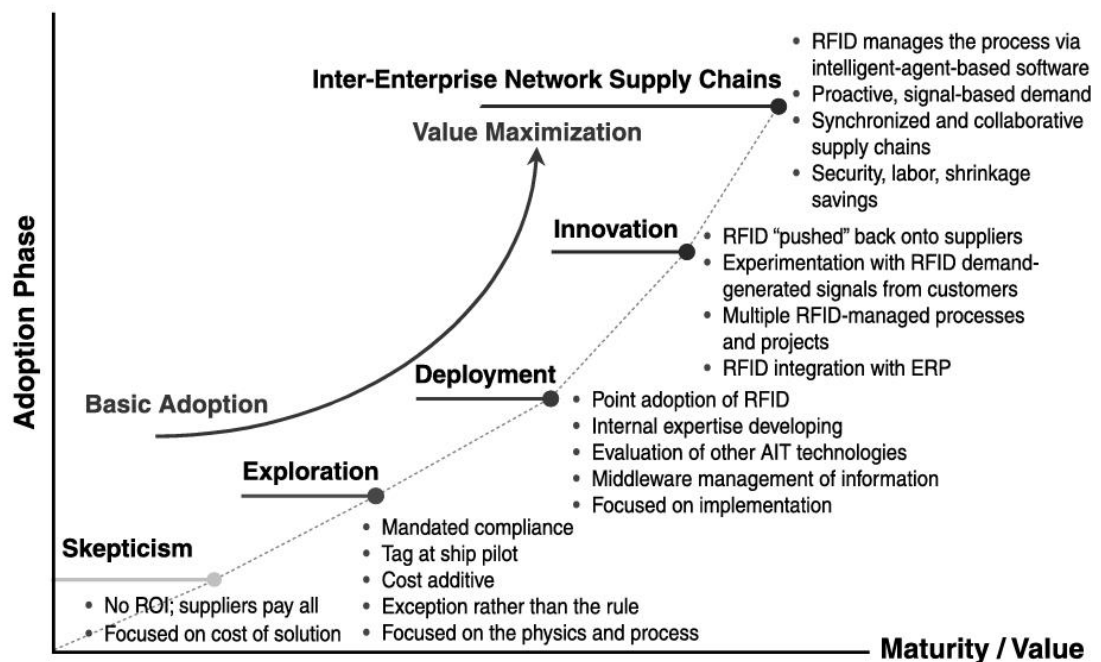
Investoinneista saadaan uusia etuja, jotka kohdistuvat toimitusketjuun. Etuja ovat esimerkiksi tietojen tarkkuus, kustannustehokas tietojen talteenotto, yksilöity tuotehistoria, näköyhteyttä ei tarvita ja koko tuoteprosessi hallitaan alusta loppuun (Kuva 3.2). (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 35–44.)



Kuva 3.2 Liiketoiminta-alueiden vaikutukset. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 36.)

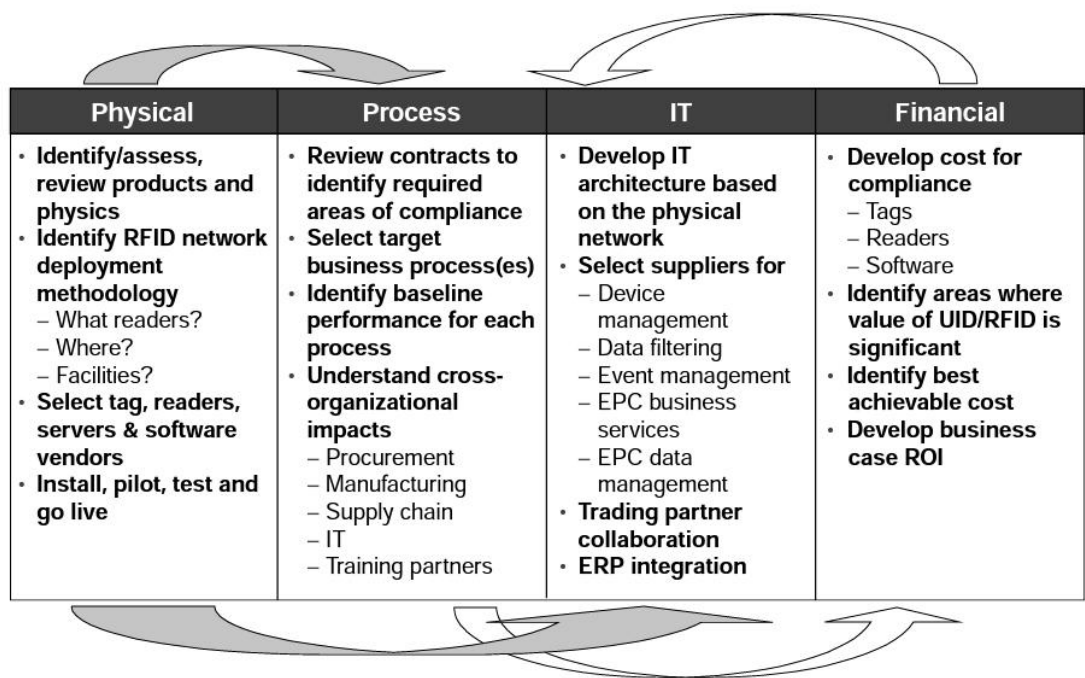
Toimitusketjun muuttuessa tulonmenetykset varaston loppumisen vuoksi tulevat poistumaan. Pääomien sekä myös ihmishenkien menetyksiltä välttyään lääketieteeseen ja armeijan näkökulmasta katsottuna. Säästöjä sekä parannuksia tulee koko järjestelmästä lisääntyneen valvonnan seurauksena. Asiakastyytyväisyyden voidaan olettaa kasvavan, koska oikeat tavarat ovat aina oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Lähetysvirheet ja palautukset tulevat poistumaan kokonaan. Samalla työvoimavarat voidaan kohdistaa muihin töihin. Tuotteiden käsittelykulut pienenevät. Automaatiota voidaan käyttää hyödyksi niin vastaanotossa kuin lähettämisessä. Varaston arvo laskee, koska inventaario on reaaliaikaista ja tarvetta suurelle varastolle ei ole. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 51–52.)

Oman lisänsä RFID-tekniikan käyttöönotossa tuo myös hyväksyntä uuteen tekniikkaan (Kuva 3.3). Kokonaisvaltainen käyttö vaatii aikaa ennen kuin tekniikan kaikkia alueita pystytään täydellisesti hyödyntämään. Nämä osa-alueet unohdetaan usein suunniteltaessa yrityksen uusia järjestelmiä ja toimintatapoja. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 144.)



Kuva 3.3 RFID:n tuomat haasteet: Hyväksyntä ja arvostus. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 144.)

Monet ongelmakohdat voidaan välttää huolellisella suunnittelulla ja toiminnanohjauksella niin teknisellä tasolla kuin käytännön toiminnassa. Alussa ei aina ymmärretä kaikkia saatavia hyötyjä. Tunnisteiden seuranta kehittämällä ja tuloksia analysoimalla myös hyödyt kasvavat kaikilla tasoilla (Kuva 3.4). Vaikutukset näkyvät konkreettisesti tunnisteiden ja lukijoiden käytössä, tuotantoprosessien muuttuessa, tietojen käsittelyssä ja kustannuksien muotoutuessa eri alueille. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 147.)



Kuvio 3.4 RFID:n vaikutukset organisaatiossa. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 148.)

Toimivan liiketoimintamallin luominen RFID-tekniikan ympärille ja sen käyttöönotto ei ole helppoa. Koko henkilöstön, niin valmistus- kuin myyntiosastojen hyväksyntä uuden tekniikan käyttöönottoon on erityisen tärkeää. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 147–151.)

3.1 Toimitusketjussa ja tuotteiden seurannassa

Suurimmat sovellukset RFID-tekniikan käyttöönotossa ovat suurien yritysten toimitusketjuissa. Tämä on ollut merkittävää koko RFID-tekniikan leviämisen kannalta. Tämä mahdollistaa tunnistajien valmistajille kustannustehokkaan tuotannon, mikä on suora seuraus kasvavasta tunnistajien määrästä. Myös tunnistajien hinnat laskevat. Tunnistajien hinnat ovat laskeneet muutamia sentteihin ja tekniikan kehittyessä jää nähtäväksi voiko hintojen lasku vielä jatkua. (SFS-käsikirja 301–1:2010, 122–125.; Finkenzeller 2010, 413–417; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 25–31.)

Tuotteiden ja raaka-aineiden saaminen oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan on haasteellista ja kallista yrityksille. Ongelmat johtuvat usein siitä, etteivät toimitusketjun eri osapuolet tiedä toistensa käynnissä olevista prosesseista, sijainneista ja aikatauluista. Va-

rastossa olevien tuotteiden tai raaka-aineiden tarkkoja lukumääriä ei tiedetä. Tästä johtuen myös tieto varaston arvosta ei ole tarkka. RFID-tekniikan avulla voidaan suorittaa automaattista tiedonkeruuta toimitusketjun eri vaiheissa. Silloin työn määrä vähenee, toimitusketjun ja tuotannon läpinäkyvyys paranee ja kerätyn tiedon luotettavuus tehostuu. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 122-125.; Finkenzeller 2010, 413-417; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 25-31.)

Suuria menoeriä muodostavat varastojen hallinta ja ylläpito. Varastokeskeisestä tuotannosta siirtyminen välivarastoinnin minimointiin vaati ehdotonta läpinäkyvyyttä eri tuotantoprosessien ja alihankkijoiden välillä. RFID-tekniikan avulla tähän voidaan löytää ratkaisu. Hyödyt ja potentiaaliset säästöt kustannuksissa ovat kiistattomat. Huonosti suunnitelluista sovelluksista voi koitua liiallisia kustannuksia saavutettuihin hyötyihin verrattuna. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 122-125.; Finkenzeller 2010, 413-417; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 25-31.)

Investoinnit pitää pystyä aina perustelemaan, että ne tuovat lisäarvoa yritykselle tulevaisuudessa ja maksavat itsensä takaisin. Oikean laitteiston valinta on tärkeää, koska se luo suurimmat investointikustannukset. Väärien valintojen tekeminen ja niiden korjaaminen jälkikäteen on erittäin kallista. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 122-125.; Finkenzeller 2010, 413-417; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 25-31.)

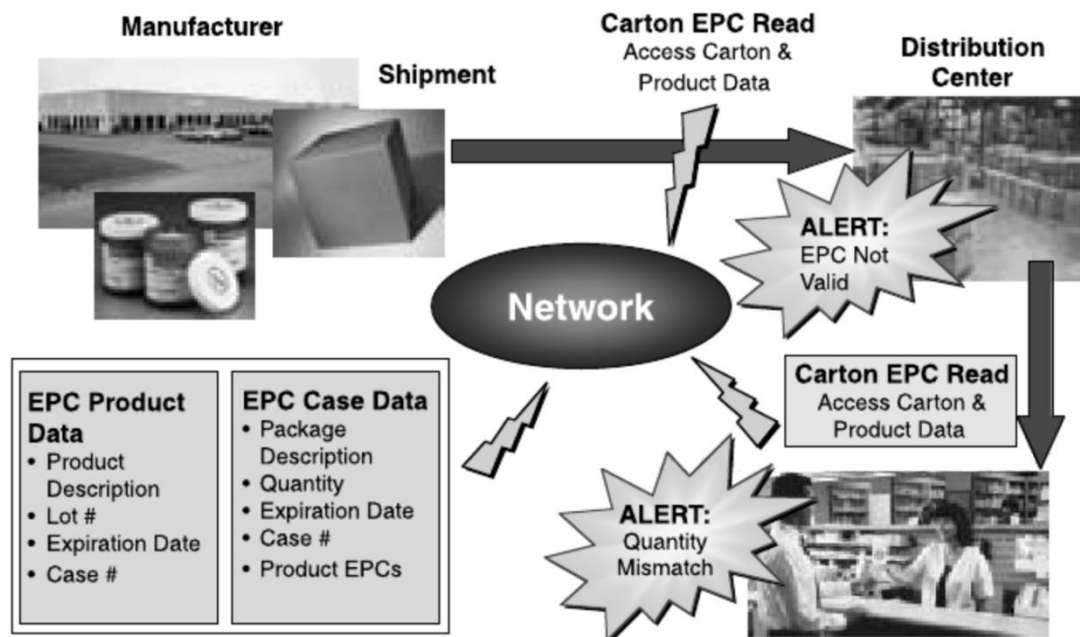
RFID-tekniikan investoinneista ja tekniikkaan perustuvista järjestelmistä sanottua:

"Aloita aikaisin, aloita yksinkertaisesta, aloita pienestä"

(Airbus, Carlo K. Nizam, Head of Value Chain Visibility and Auto-ID)

"Tiedä mitä haluat saavuttaa RFID:llä, mutta aloita pienestä"

(American Apparel, Stacey Schulman, Vice President of Technology)



Kuva 3.5 Turvallinen toimitusketju. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 26.)

Muita suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja ovat virhetilanteiden ennakointi ja niihin varautuminen, tietojen hallinta ja integrointi muihin tietojärjestelmiin ja sovelluksiin. Yleisimmät virhetilanteet tulevat tunnisteen lukemisesta aiheutuneista virheistä. Materiaalivalinnoilla ja lukupisteiden oikealla sijoituksella pystytään minimoimaan mahdolliset ongelmat. Tiedon määrä lisääntyy ja yrityksen tulee määritellä mitä tietoa, ja miten data prosessoidaan ja talletetaan tietojärjestelmään (Kuva 3.5). Ongelmat kasvavat, jos järjestelmät eivät ole yhteensopivia tai dataa käsitellään virheellisesti. Tunnisteilla kerättyjen tietojen hyödyt jäävät vähäisiksi, ellei niitä voida hyödyntää yrityksen muissa prosesseissa. Koko tiedonhallintajärjestelmän on oltava yhteydessä toisiinsa, jotta voidaan hyödyntää tehokkaasti eri prosesseja. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 122-125.; Finkenzeller 2010, 413-417; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 25-31.)

3.2 Kilpailujen ajanotossa

Suurissa urheilutapahtumissa kuten maratoneissa, juoksijat jotka lähtevät takaa joutuvat automaattisesti heikompaan asemaan kilpailussa. Yli 10000 osallistujan kilpailuissa voi kulua jopa 5 minuuttia ensimmäisen ja viimeisen kilpailijan välillä. Kun urheilijalla on RFID-tunniste, lähtöviivalla lukijalaite tunnistaa juoksijat sitä mukaa kun lähtölinja on

ylitetty ja ajanotto alkaa. Jokainen kilpailija tunnustetaan ja heille voidaan näyttää väliaikoja näyttölaitteiden avulla. Maaliin on sijoitettu lukulaite ja lopullinen suoritus aika voidaan laskea reaaliajassa ja näyttää yleisölle. Tekniikkaa voidaan käyttää myös monissa muissa ajanottoa vaativissa lajeissa. Vaativissa olosuhteissa kuten moottoriurheilussa saadaan ajanotto erittäin tarkaksi (Kuva 3.6). (SFS-käsikirja 301-1:2010, 128-129.; Finkenzeller 2010, 405-408.)



Kuva 3.6 Passiivinen tunniste motocrosspyörässä. (Enymind Oy)

3.3 Vaatteiden valinnassa

Naisten Pukutehdas on ottanut käyttöön myymälöissään sovituskopit, jotka hyödyntävät RFID-tekniikkaa. Jokaisessa tuotteessa on RFID-tunniste, joka on integroitu hintalappuun. Pukuhuoneista löytyy kosketusnäyttö mikä on varusteltu RFID-lukijalla. Kosketusnäytöltä nähdään tunnistetut vaatteet ja mahdolliset lisätiedot (Kuva 3.7). Tunnistettujen vaatemallien perusteella voidaan myös tehdä suosituksia muista vaatemalleista tai asukokonaisuuteen sopivista asusteista. Investoinnin takaisinmaksuajaksi on ennustettu noin puoli vuotta. Laskelmat perustuvat siihen, että toimitusketjussa tapahtuvat virheet vähenevät ja sitä kautta säästetään aikaa ja rahaa. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 130-132.; RFIDLab Finland Ry 2014b)



Kuva 3.7 RFID-lukijalaite sovitustilassa. (Wired)

Kosketusnäytön kautta voi asiakas lähettää henkilökunnalle automaattisen palvelupyynnön. Asiakkaan ei tarvitse itse lähteä hakemaan uutta tuotetta, mikäli sovitettu tuote oli väärän kokoinen tai etsiä palvelun ehdottamaa tuotetta hyllystä. Henkilökunnan työskentely helpottuu, sillä myymälöihin on sijoitettu infopisteitä mistä asiakas voi tarkistaa tuotteen saatavuus- ja sijaintitietoja. Tuotteita voidaan havainnollistaa videoiden ja kuvien avulla. RFID-tunnistusta käytetään myös kassapäätejärjestelmissä mikä mahdollistaa nopean kassatyöskentelyn. Tulevaisuudessa on tarkoitus ottaa käyttöön myös itsepalvelukassa. Tunnisteet toimivat myös varashälyttiminä, jotka mitätöityvät maksamisen yhteydessä. Tekniikkaa käytetään avuksi inventoinnissa ja hyllyjen täyttöasteen seurannassa sekä tuotteiden palautuksissa. Tekniikan avulla yritys tietää täsmälleen, milloin tuote on valmistettu, koska se saapuu Suomeen ja mihin myymälään se on matkalla. Naisten Pukutehtaan kokeilu on otettu asiakkaiden keskuudessa hyvin vastaan ja se on herättänyt paljon kiinnostusta ulkomaita myöden. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 130-132.; RFIDLab Finland Ry 2014b)

3.4 Ympäristön ja olosuhteiden hallinnassa

Kuljetuksen ja säilytyksen aikana ympäristön ja olosuhteiden hallinnalla on suuri merkitys herkästi vahingoittuville tuotteille. Erityisen alttiita muutoksille ovat erilaiset elintarvikkeet. Väärä lämpötila pilaa ja lyhentää tuotteiden säilyvyyttä. RFID-tekniikan avulla tunnisteisiin ja lukijoihin voidaan liittää lämpötilasensoreita, jotka tarkkailevat lämpötilaa ja raportoivat siitä tietyin väliajoin. Automaattinen hälytys raja-arvojen ylittyessä mahdollistaa tarvittavien toimenpiteiden välittömän toimeenpanon. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 132-133.)

Herkästi särkyvien esineiden kuten lasiesineet, taideteokset tai tietokoneet, kestävät vain tietyn määrän rasitusta ilman rikkoontumista. RFID-tunnisteeseen liitetään tässä tapauksessa kiihdytysanturi, joka havaitsee kuljetuksen aikana esineitä vahingoittaneet liikkeet. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 133.)

3.5 Maksuvälineinä

RFID-tekniikkaan perustuvat maksuvälineet ovat yleistyneet viime vuosina erityisesti USA:ssa. Maksaminen tapahtuu yleensä maksukortin, avaimenperään liitetyn tunnis-

teen tai puhelimessa olevan tunnisteiden välityksellä. Tunnisteissa itsessään ei ole muuta kuin asiakasnumero, joka yhdistetään oikeaan tilinumeroon taustalla toimivan tietojärjestelmän välityksellä. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 138.)

Avaimenperään liitettyjä tunnisteita on käytetty esimerkiksi polttoaine-asemilla. Asiakas käyttää tunnistetta ja lukijalaite tunnistaa sen. Tämän jälkeen voi aloittaa tankkaamisen, eikä PIN-tunnuksen tai kuitin allekirjoittamista vaadita. On huomioitava, että tällaisia tunnisteavaimenperiä käytettäessä ei varmennustietoja vaadita sen käyttäjältä. Tästä johtuen onkin suositeltavaa käyttää hyväksi käyttökertakohtaista kulutusrajaa, jos tunniste satutaan varastamaan. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 138-139.)

Luottokorttiyhtiöt kuten Visa ja MasterCard ovat kehittäneet omia kontaktittomia luottokortteja. Pankista riippuen luottokorttimaksujen yhteydessä asiakkaan henkilöllisyys varmennetaan toisinaan PIN-tunnuksen avulla. Tätä maksutapaa kutsutaan lähimaksamiseksi. Lähimaksaminen perustuu lyhyen kantaman langattoman yhteyden standardoituun teknologiaan (Near Field Communication, NFC). Lähimaksamisessa kortinhaltijalta ei pyydetä tunnuslukua, vaan turvallisuus varmistetaan laskureilla, jotka vaativat online-tarkistusta sirukortin ja tunnusluvun avulla, jos ostosten määrä ylittää pankin määrittelemän enimmäismäärän (yleisesti 25 euroa) (Kuva 3.8). Näin kortin väärinkäyttö varkaus- tai häviämistapauksissa voidaan minimoida. (Korttiturvallisuus.fi; Luottokunta; SFS-käsikirja 301-1:2010, 138-139.)



Kuva 3.8 Lähimaksamiseen soveltuvan maksupääteen ja -kortin tunnistaa signaalimaisesta merkistä. (Kesko)

NFC on erityisesti mobiililaitteille kehitetty RFID-teknologia, joka tekee mahdolliseksi puhelimen käytön maksuvälineenä. Tällä hetkellä sitä käytetään matkalippujen ja pienten hyödykkeiden maksuvälineenä. Lähes kaikissa uusissa älypuhelimissa on NFC-ominaisuus. Maksutoiminnon sisällyttäminen on siten seuraava looginen askel matkapuhelimien kehityksessä. Puhelimen avulla pystyttäisiin toteuttamaan aivan uudenlaisia maksupalveluja kuten esimerkiksi tekstiviestipohjaisia maksuja tai kahden henkilön välisiä rahansiirtoja. Asiakkaat hyötyvät nopeutuneesta ja helpottuneesta asioinnista. Kauppiat taas hyötyvät niin ikään nopeutuneesta asiakaspalvelusta. RFID-tekniikkaa voidaan käyttää myös liikenteessä. Monissa maissa on otettu käyttöön tekniikkaa hyödyntävät automaattiset tietullimaksut. Automaattisten tietullimaksujen hyötyjä ovat sen helppous, käytännöllisyys ja nopeus. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 140-142.)

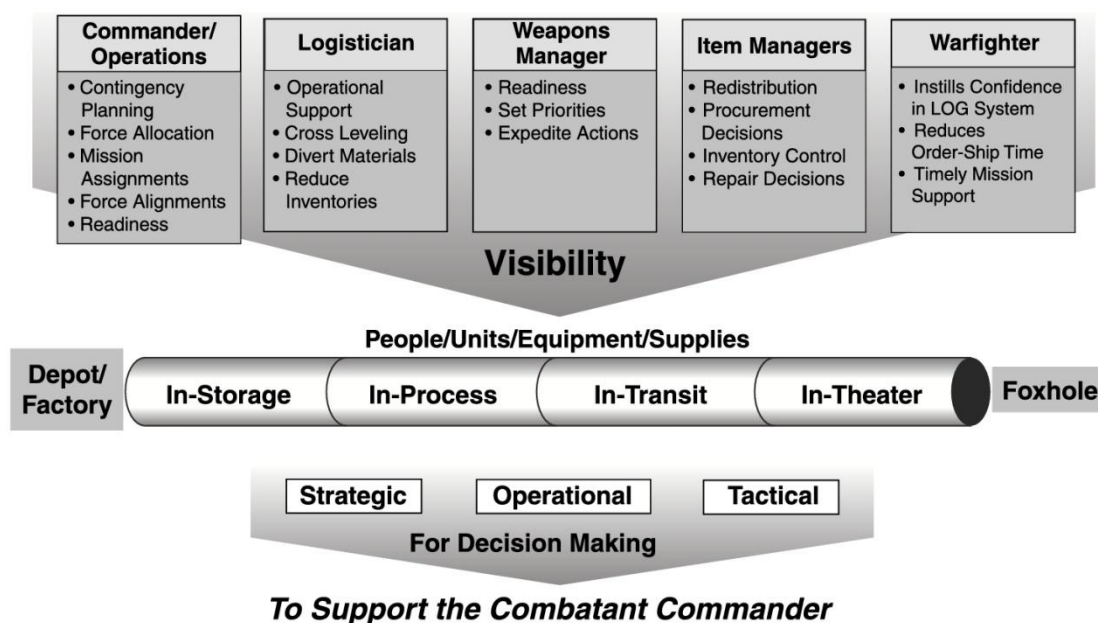
3.6 Terveysthuollossa ja asevoimissa

Terveysthuollossa RFID-tekniikkaa hyödynnetään pääosin kolmella eri tavalla: ihmisten ja erilaisten kohteiden seurannassa, laitteiston käytön valvonnassa sekä henkilökunnan avustustehtävissä. Tilanteet saattavat muuttua nopeasti, joten oikeiden henkilöiden ja tavaroiden löytyminen on elintärkeää. Tunnisteita voidaan asettaa esimerkiksi potilaan ranteeseen kiinnitettyyn nauhaan tai sairaalan tavaroihin kuten pyörätuoliin, sänkyyn tai mihin tahansa sairaalassa käytettäviin esineisiin. Yhtäläisyyksiä löytyy yleisten toimitussovellusten kanssa, sillä tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman tehokas resurssien käyttö. Ja hyödyntää kerättyä tietoa toimenpiteiden ja päätöksenteon tukena. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 147-148.)

Potilaan tietoja tallennetaan nykyisin tervetysthuollon erilaisiin tietojärjestelmiin, mutta tästä ei ole apua ellei tietojärjestelmään pääse käsiksi. On esitetty, että esimerkiksi pitkäaikaissairauksista kärsiville potilaille annettaisiin RFID-tunnisteella varustettu kortti tai ranneke. Tunnisteelta pystyttäisiin lukemaan potilaan henkilökohtaista tietoa, kuten sairaushistoria, allergiat tai yhteyshenkilöt. On myös tärkeää, että vain oikeudet omaavat henkilöt pääsevät käsiksi tietoihin. Tunnisteita pystyttäisiin lukemaan myös muiden maiden sairaaloissa, jotka olisivat ottaneet sovelluksen käyttöön. Sairaalaympäristössä RFID-sovellusta suunniteltaessa tulee aina ottaa huomioon muut laitteistot, jotka hyödyntävät radiotaajuuksia. Epäsuotuisia vaikutuksia voi esiintyä esimerkiksi elvytyslaitteiden ja hengityslaitteiden käytössä. Perinteisesti tervetysthuollossa käytettävät tun-

nisteet ovat passiivisia HF-tunnisteita (13,56 MHz) tai 900 MHz taajuudella toimivia aktiivisia tai passiivisia UHF-tunnisteita. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 148-150.)

Modernissa sodankäynnissä välttämättömien tarvikkeiden ja logistiikan toimivuus korostuu. RFID-tekniikkaa apuna käyttäen saavutetaan mahdollisimman nopea ja läpinäkyvä toimitusketju. Tämä edesauttaa ihmishenkien turvaamisessa ja materiaalivirtojen sijoittamisessa oikeisiin kohteisiin (Kuva 3.9). (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 87-100.)



Kuva 3.9 Sotavoimien näkyvyys. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 98.)

3.7 Muita tekniikan käyttökohteita

Tunnistustekniikkaa voidaan käyttää myös monilla muilla aloilla materiaalivirtojen hallinnassa. Kirjastoissa RFID-tekniikan käyttö on ollut arkipäivää jo 1990-luvun lopulta lähtien kirjojen lainausprosesseissa. Karjankasvatuksessa tunnistuiden käyttö eläinten tunnistamisessa yleistyy. Tunnisteet ovat ihon alle sijoitettavia pieniä kapseleita, kaulapantaan laitettuja tai korvaan laitettavia nappeja. Eläimiin laitettavat tunnistet ovat aina passiivisia. Matkalaukkujen seurannassa RFID-tekniikkaa on sovellettu tähän mennessä ainakin Hong Kongin, Las Vegasin ja Milanon lentokentillä. Lissabonin lentokenttä on ensimmäinen, jossa matkatavaroiden tunnistus kuljetusjärjestelmässä perustuu ainoastaan RFID-tekniikkaan ilman viivakoodeja varajärjestelmänä. Sovelluksen

käyttöönoton jälkeen matkatavaroiden keskimääräinen kuljetusaika terminaalin läpi väheni 66 prosenttia eli noin 10 minuuttiin entisestä puolesta tunnista. (SFS-käsikirja 301-1:2010, 133, 136, 142-143.)



Kuva 3.10 RFID-tunnisteella varustettu autonrenkas. (RFID Journal 2014b)

Pääsilyluissa voidaan hyödyntää RFID-tekniikkaa laskettelukeskuksissa tai joukkoliikenteessä. Myös kulunvalvonnassa kuten hotellihuoneiden avaimissa, kuntosalien ja huvipuistojen tunnisteluissa RFID-tunnisteet ovat korvanneet viivakoodit, magneettiraitakortit tai älykortit. Renkasvalmistaja Michelin on kehittänyt RFID-tunnisteen sisältävän autonrenkaan, jonka avulla voidaan tarkkailla renkaan ilmanpainetta (Kuva 3.10). (SFS-käsikirja 301-1:2010, 144-145; RFID Journal 2014b.)

4 RFID-TEKNIIKAN KUSTANNUKSET

4.1 Laskentamenetelmät

Investoinneiksi voidaan kutsua mitä tahansa rahan käyttöä, jonka tarkoituksena on tulon hankkiminen. Tässä työssä ei oteta huomioon kaikkia investointeihin johtavia tarpeita, vaan huomioidaan RFID-tekniikkaan investoitaessa saatavat hyödyt pääoman tuottoasteelle.

Investointien apuna käytettäviä laskentamenetelmiä ovat:

- Nykyarvomenetelmä
- Sisäisen korkokannan menetelmä
- Pääoman tuottoasteen menetelmä (ROI)
- Takaisinmaksuajan menetelmä.

Nykyarvomenetelmää käytettäessä diskontataan eli siirretään kaikki investoinnista syntyvät tulot ja menot hankinta-ajankohtaan ja lasketaan nykyarvo käyttäen erikseen määritettyä korkokantaa. Jos nykyarvo on positiivinen, on investointi kannattava.

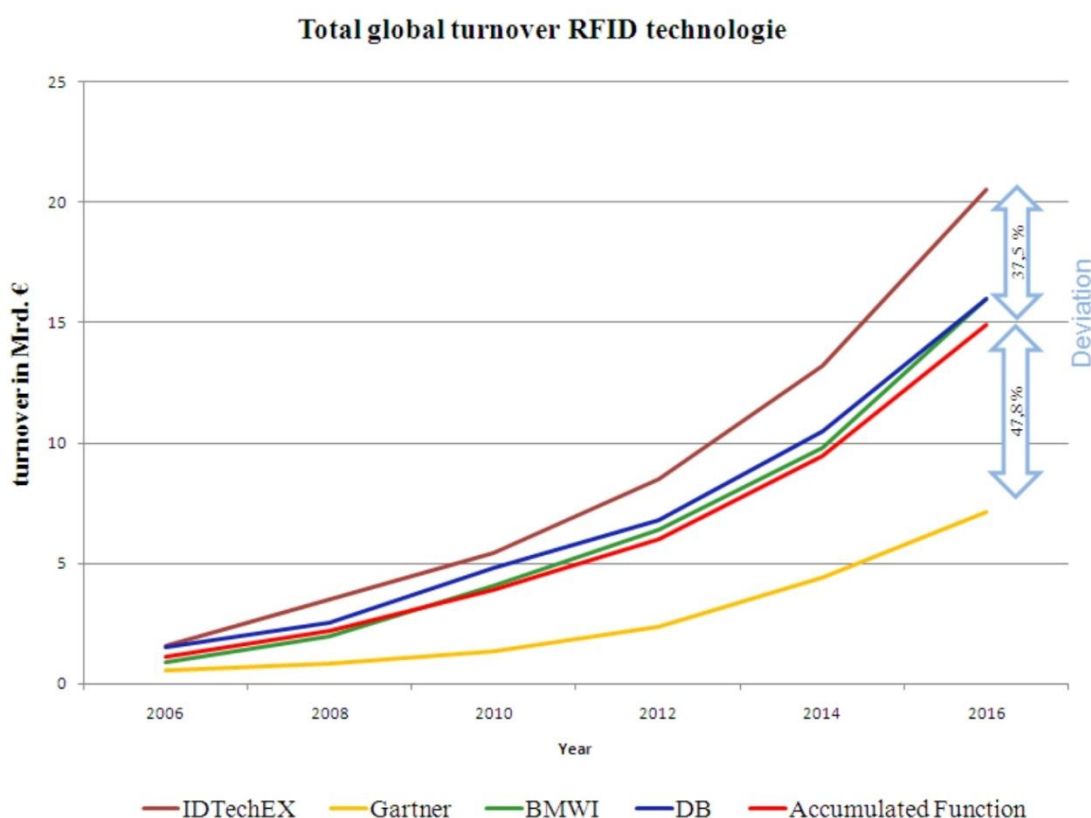
Sisäisen korkokannan menetelmässä selvitetään korkokanta, jonka avulla tuottojen nykyarvo on yhtä suuri kuin kustannusten nykyarvo. Investointi on kannattava, kun tavoitekorkokanta on yhtä suuri kuin laskettu korkokanta.

Pääoman tuottoasteen menetelmällä lasketaan suoritepohjaisen tuloksen suhde sidotun pääomaan, joka on investoinnin taseeseen sitoma pääoma. Pääoman tuottoaste (engl. return of investment, ROI) on tästä laskelmasta tuleva tunnusluku. Tämä on yksi yritysten käytetyimmistä tunnusluvuista liiketoiminnan ohjauksessa. Sen avulla kuvataan tuloksen ja sidotun pääoman välistä suhdetta.

Investointilaskelmista yleisimmin käytetty on takaisinmaksuajan menetelmä, jonka avulla lasketaan aikaa milloin investointi on maksanut itsensä takaisin. Mikäli laskentakorkoa ei oteta huomioon ja vuotuinen nettotuotto on vakio, takaisinmaksuaika on hankintameno per vuotuinen nettotuotto. (Puolamäki & Ruusunen 2009, 214.; Puolamäki 2007, 197.; Riistama & Jyrkkiö 1995, 295; Kinnunen ym. 2004, 110.; Kinnunen ym. 2000, 181–187.)

4.2 Kustannusten kehitys

Saatavilla olevien markkina-analyysien avulla pyrittiin selvittämään RFID-tekniikan kustannusten kehitystä. Tutkimuksia ovat tehneet esimerkiksi IDTechEx, Gartner Inc., Bundesministerium für Wirtschaft und Technik ja Deutsche Bank. Vertailu markkina-analyysien ennusteista nähdään kuvasta 4.1. Kokonaisliikevaihdon voidaan olettaa kasvavan jyrkästi tekniikan käytön lisääntyessä monilla eri aloilla.

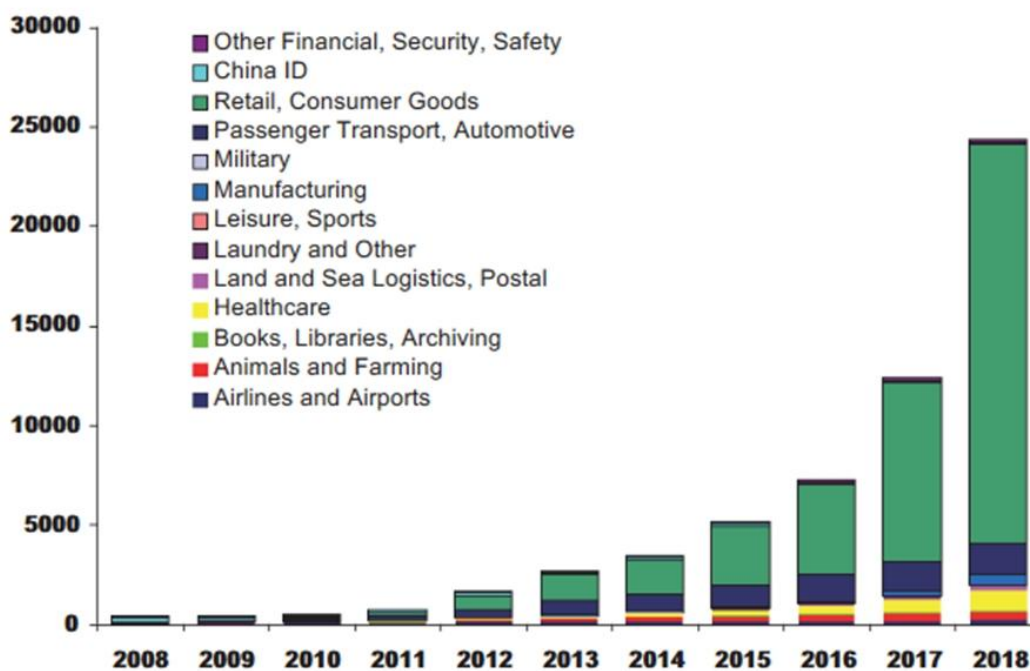


Kuva 4.1 RFID:n Kokonaisliikevaihto. (RACE networkRFID)

Kiinassa RFID-tekniikan käyttöönottoa määräävät pääasiassa hallituksen valvomat projektit. Lähimmän kymmenen vuoden aikana RFID:n markkinat siirtyvät aasiaan, jossa suurin osa tekniikasta valmistetaan. Seuraavat taulukot ja luvut esittävät RFID-tunnisteiden määrän ja myyntiarvon eri toimialoilla Kiinassa vuodesta 2008 vuoteen 2018 (Taulukot 2, 3 ja 4).

Taulukko 2 RFID-tunnisteiden määrä Kiinassa eri toimialoilla, milj. kpl. (IDTechEx)

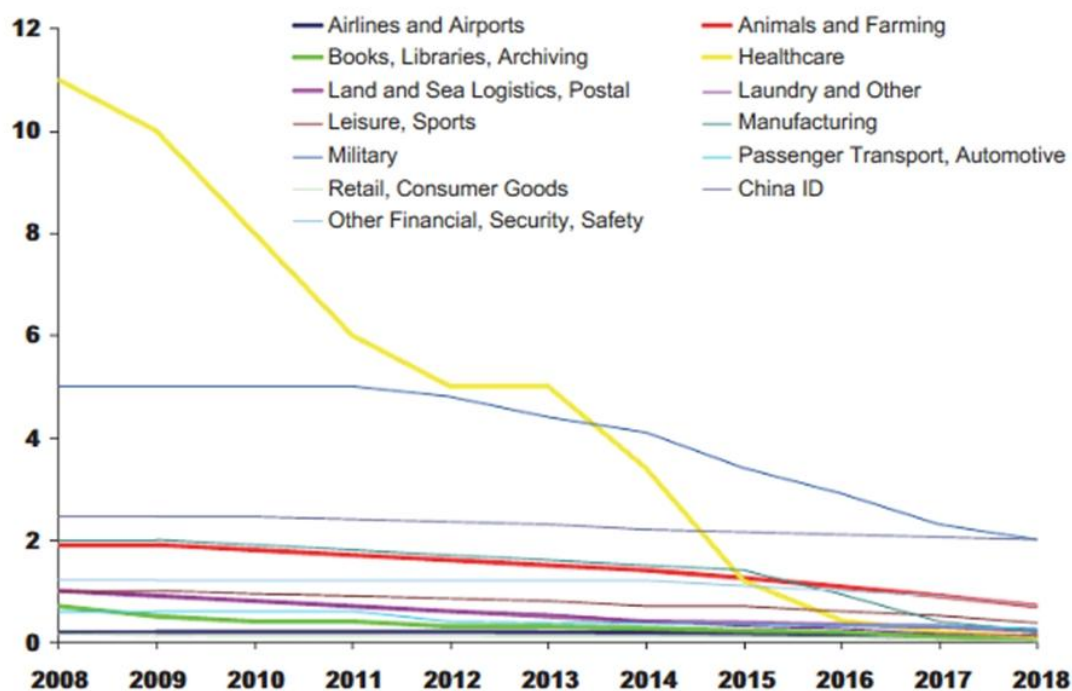
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Airlines and Airports	30	35	45	65	90	110	130	140	150	160	175
Animals and Farming	6	11	52	74	157	208	262	314	367	419	472
Books, Libraries, Archiving	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	10	20
Healthcare	0,1	1	5	10	30	50	100	200	350	600	1000
Land and Sea Logistics, Postal	5	10	15	25	40	60	80	110	140	190	250
Laundry and Other	2	3	4	5	6	7	10	14	20	31	43
Leisure, Sports	1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	5	5,3
Manufacturing	0,5	1	3	6	11	17	28	38	62	200	513
Military	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3,4	4,7	5,9	6,4	7
Passenger Transport, Automotive	65	93	122	200	400	700	900	1100	1400	1500	1600
Retail, Consumer Goods	1	15	50	190	700	1300	1700	3000	4500	9000	20000
China ID	220	180	120	100	100	100	100	100	100	100	100
Other Financial, Security, Safety	50	52	56	62	68	78	90	100	130	150	181



Taulukosta 2 nähdään RFID-tunnisteiden määrässä kiihtyvää kasvua eri aloilla. Tunnisteiden lukumäärän odotetaan kasvan erityisesti kaupan alalla. Muita kasvavia aloja RFID-tekniikan käytössä ovat logistiikka, terveydenhuolto sekä karjanhoito. Tunnisteiden lukumäärän odotetaan kasvavan Kiinassa vuosien 2008 ja 2018 välisenä aikana 381,1 miljoonasta 24366,3 miljoonaan tunnisteeseen. Tämä vastaa 6385 % kasvua tunnisteiden määrässä.

Taulukko 3 RFID-tunnisteiden keskihinta dollareina Kiinassa eri toimialoilla. (IDTechEx)

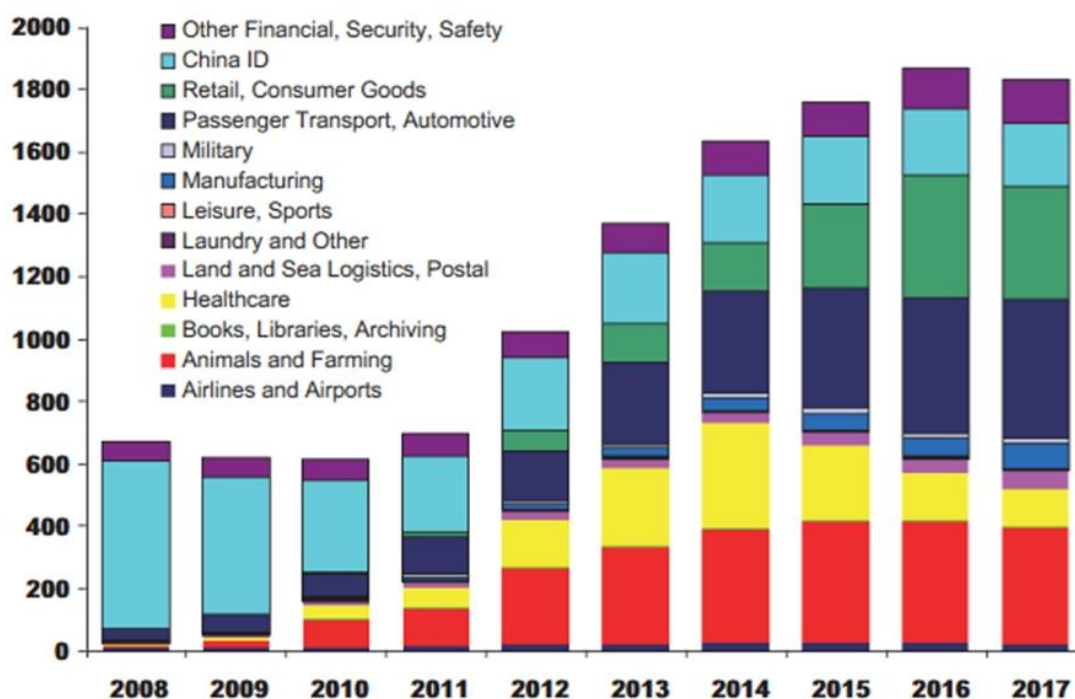
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Airlines and Airports	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19	0,18	0,17	0,145	0,128	0,122
Animals and Farming	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,25	1,08	0,9	0,7
Books, Libraries, Archiving	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,27	0,22	0,19	0,1	0,05
Healthcare	11	10	8	6	5	5	3,4	1,2	0,42	0,2	0,1
Land and Sea Logistics, Postal	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,38	0,33	0,3	0,22
Laundry and Other	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,54	0,4	0,3	0,26	0,16	0,11
Leisure, Sports	1	1	0,94	0,9	0,85	0,8	0,7	0,7	0,6	0,51	0,37
Manufacturing	2	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	0,93	0,4	0,2
Military	5	5	5	5	4,8	4,4	4,1	3,4	2,9	2,3	2
Passenger Transport, Automotive	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,38	0,36	0,35	0,31	0,3	0,26
Retail, Consumer Goods	0,15	0,11	0,1	0,1	0,097	0,095	0,092	0,091	0,088	0,04	0,02
China ID	2,45	2,45	2,45	2,4	2,35	2,3	2,2	2,15	2,1	2,05	2
Other Financial, Security, Safety	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1	0,9	0,7



Taulukosta 3 nähdään RFID-tunnisteiden keskihintojen laskevan eri aloilla. Tunnisteiden hintojen odotetaan laskevan erityisesti terveydenhuollossa. Hintojen odotetaan laskevan myös sotavoimissa ja tuotannossa. Maltillisempaa hintojen laskua odotetaan myös muille aloille. Keskihinta tunnisteella oli vuonna 2008 2,17 dollaria ja 2018 sen odotetaan olevan 0,53 dollaria.

Taulukko 4 RFID-tunnisteiden kokonaismyynti dollareina Kiinassa eri toimialoilla. (IDTechEx)

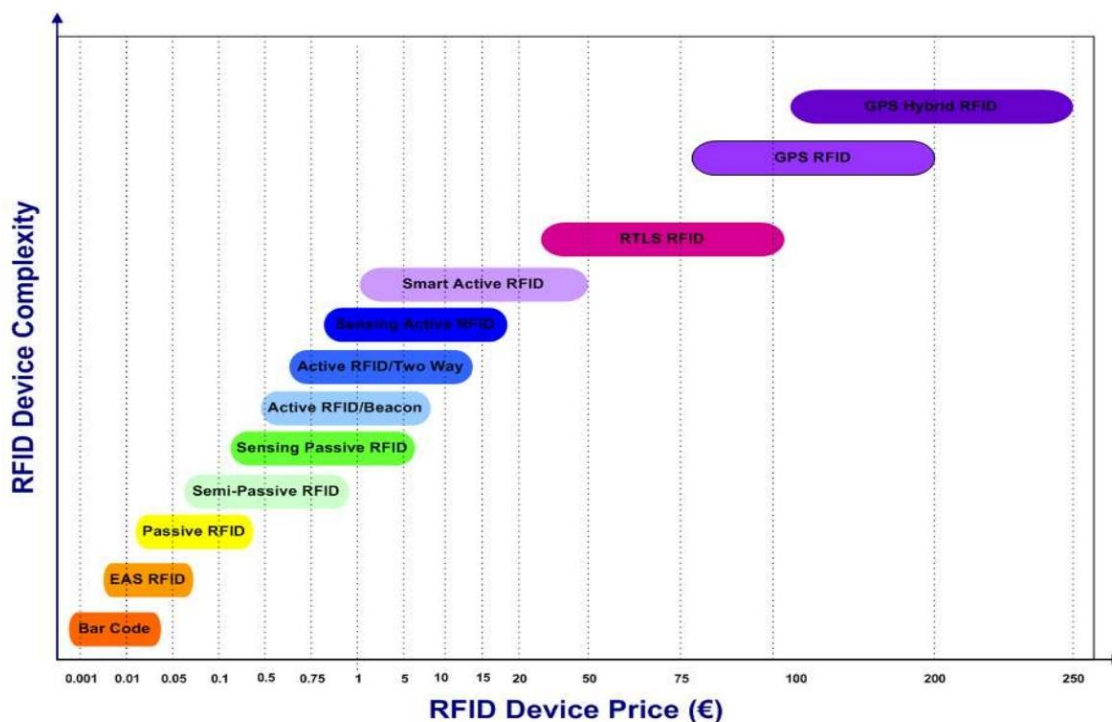
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Airlanes and Airports	6	7	9	13	18	20,9	23,4	23,8	21,75	20,48	21,35
Animals and Farming	11,4	20,9	93,6	125,8	251,2	312	366,8	392,5	396,36	377,1	330,4
Books, Libraries, Archiving	0,35	0,5	0,6	0,8	0,75	0,9	1,08	1,1	1,14	1	1
Healthcare	1,1	10	40	60	150	250	340	240	147	120	100
Land and Sea Logistics, Postal	5	9	12	17,5	24	30	32	41,8	46,2	57	55
Laundry and Other	2	2,7	3,2	3,5	3,6	3,78	4	4,2	5,2	4,96	4,73
Leisure, Sports	1	2,3	2,35	2,34	2,38	2,48	2,45	2,73	2,58	2,55	1,961
Manufacturing	1	2	5,7	10,8	18,7	27,2	42	53,2	57,66	80	102,6
Military	2,5	3,5	5	7,5	9,6	11	13,94	15,98	17,11	14,72	14
Passenger Transport, Automotive	39	55,8	73,2	120	160	266	324	385	434	450	416
Retail, Consumer Goods	0,15	1,65	5	19	67,9	123,5	156,4	273	396	360	400
China ID	539	441	294	240	235	230	220	215	210	205	200
Other Financial, Security, Safety	60	62,4	67,2	74,4	81,6	93,6	108	110	130	135	126,7



Taulukosta 4 nähdään RFID-tunnisteiden kokonaismyyntin kasvavan eri aloilla. Tunnisteiden myyntin odotetaan kasvan erityisesti kaupan alalla ja matkustajaliikenteessä. Muita kasvavia aloja ovat logistiikka ja karjanhoito. Tunnisteiden hintojen oletetun laskun vuoksi kokonaismyynti pysyy lähes samalla tasolla tai jopa vähenee muilla aloilla. Tunnisteiden kokonaismyyntin odotetaan kasvavan Kiinassa vuosien 2008 ja 2018

välisenä aikana 668,5 miljoonasta 1773,7 miljoonaan dollariin. Tämä vastaa 265,3 % kasvua kokonaismyynnissä.

RFID laitteiden hinta muodostuu käytettävästä taajuudesta ja käyttötarkoituksesta. Kustannukset kasvavat ominaisuuksien kasvaessa (Kuvat 4.2 ja 4.3). Aktiiviset tunnistimet ovat kalleimpia niiltä vaadittavien ominaisuuksien vuoksi. Erityiset fyysiset ominaisuudet, kuten mahdolliset anturit lisäävät tunnistimien ja laitteiden hintaa.



Kuva 4.2 RFID-laitteiden hinnat. (RACE networkRFID)

Tunnistimien hintakehitys on ollut laskeva. Vuonna 2003 keskihinta UHF tunnistimella oli noin 60 senttiä. Nykyään tunnistimien keskimääräiset hinnat ovat huomattavasti alhaisemmat ja ostomäärästä riippuen ovat 5-8 sentin tasolla. Hintaan vaikuttavat myös valmistusmateriaaleista tulevat kustannukset. (RACE networkRFID, Poulton, ID-TechEx)



Kuva 4.3 RFID-sovellukset ja tunnisteiden kustannukset. (Poulton)

RFID-järjestelmät ja tunnisteet ovat edullisimmat kaupan ja logistiikan aloilla. Kalleimmat järjestelmät ovat terveydenhuollossa ja puolustusvoimissa. Tämä johtuu vaativista olosuhteista sekä monista mahdollisista häiriötekijöistä kuten esimerkiksi sairaalaympäristössä olevista hoitolaitteista. Ihmishenkien ollessa kyseessä, RFID-tekniikan virheisiin ei ole varaa. Varmatoimisten, ympäristöstä riippumattomien järjestelmien luominen lisää kustannuksia.

Yrityksen investointikustannukset riippuvat täysin järjestelmästä ja ympäristöstä minne se suunnitellaan. Tässä mahdollinen hintaesimerkki:

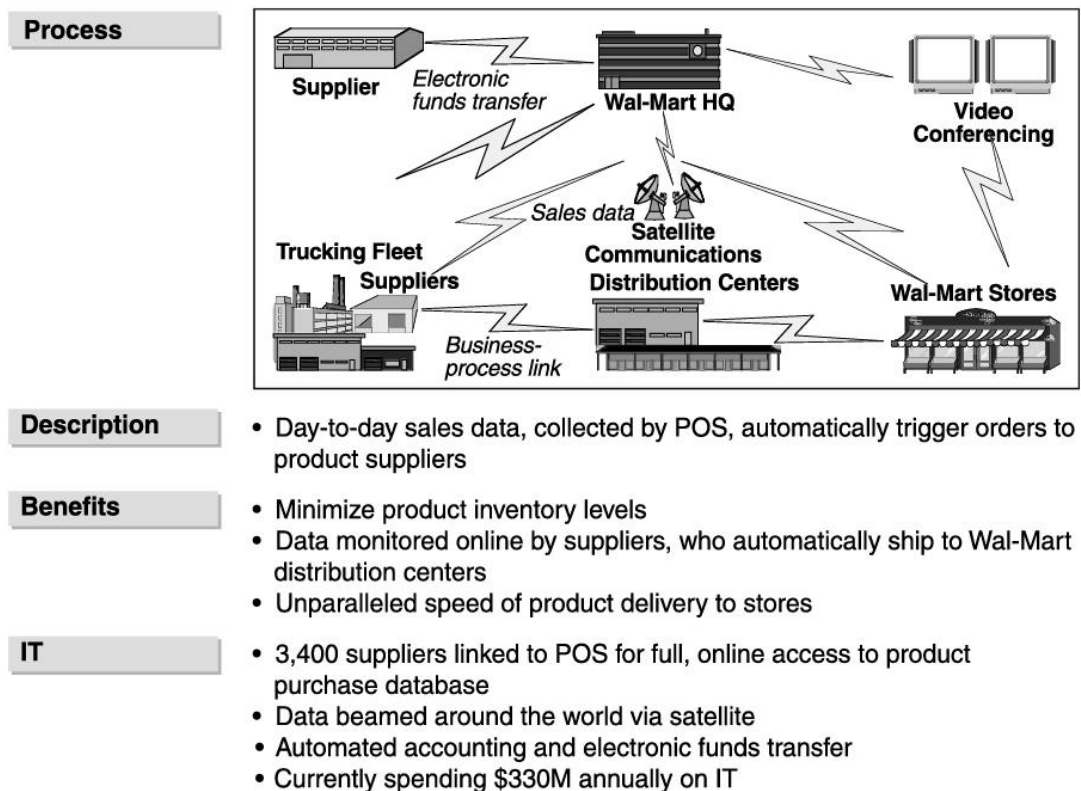
– Määrittely	5000 €
– Ohjelmistolisenssit	20000 €
– Testaus ja koulutus	15000 €
– Laitteet ja asennus	5000 €
– ERP-integraatio	20 – 40000 €
– Tunnisteet esim. 10000 kpl / vuosi	7000 €.

Kustannukset kasvavat nopeasti 100000 € tasolle, jonka lisäksi tulee vielä laitteiston ylläpidosta tulevat kustannukset. (Nummela)

5 ESIMERKIT RFID-TEKNIIKAN KUSTANNUKSISTA

5.1 Logistiikka Wal-Mart

Wal-Mart aloitti ensimmäisenä suurena yrityksenä RFID-tekniikan hyödyntämisen. Vuonna 2003 se antoi sadalle suurimmalle alihankkijalleen vaatimuksen liittää EPC-tunnisteet jokaiseen toimitukseen vuoteen 2005 mennessä. Tavoitteena oli kattaa kaikki prosessit valmistuksen ja myynnin välillä, mitä kautta saadaan koko toimitusketju läpinäkyväksi (Kuva 5.1). Vuonna 2005 tehdyn tutkimuksen mukaan hyllystä puuttuvien tuotteiden määrä väheni 16 prosentilla ja menekkituotteiden osalta jopa 60 prosenttia. Myös alihankkijat hyötyvät, koska Wal-Mart paljastaa myyntitietonsa ja toimitusketjunsä jolloin alihankkijat voivat ennakoida saapuvia tilauksia reaaliajassa.



Kuva 5.1 Wal-Mart käyttää RFID-tekniikkaa koko toimitusketjussa reaaliaikaisesti. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 46.)

Wal-Martin oli alkuperäisen suunnitelman mukaan tarkoitus aloittaa RFID-tekniikan käyttö kahdessatoista sen 120 jakelukeskuksesta ja noin tuhannessa kaupassa vuoden

2006 alkuun mennessä. Pilotti toteutettiin kuitenkin vain viidessä jakelukeskuksessa ja noin tuhannessa liikkeessä. Operointikustannukset nousivat 18,6 % sen kokonaismyynnistä vuonna 2006. Yhtiön johto perusteli kustannuksia teknologian avulla saavutettavien tuotteiden saatavuuden paranemiseen ja varastojen täydennysten tehostumiseen. Vuoden 2008 alussa Wal-Martin omistuksessa oleva tytäryhtiö Sam's Club ilmoitti, että kaikkiin kuljetuslavoihin on laitettava tunnistetunnus. Marraskuun alusta 2010 tunnistetunnus tulisi lisätä myös yksittäisiin tuotteisiin osalle kaupoista.

Voidaan olettaa, että Wal-Mart käyttää Sam's Clubia pilottina kartoittaakseen sen toimivuutta. On todennäköistä, että Wal-Martin ja muiden suurten toimijoiden perässä myös kaikki muut lähtevät mukaan RFID-tekniikan hyödyntämiseen. Vähittäiskaupan analytikon Stanford C. Bernsteinin mukaan Wal-Mart voi säästää jopa 8,35 miljardia vuodessa käyttämällä RFID-tekniikkaa. Suurimmat säästöt tulevat työntekijäkuluista (Kuva 5.2).



Kuva 5.2 Wal-Martin ennakoitua hyödyt RFID-tekniikasta. (Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 107.)

Ostoprosessin tunteminen edesauttaa löytämään parhaat asiakkaat ja mahdollistaa tarkoin suunnatun mainonnan. Tämä on erittäin tärkeää yhdessä asiakastietokantojen hallinnassa ja myynnin tehokkuuden kasvattamisessa. Wal-Mart pyrkii kokonaisvaltaiseen prosessien hallintaan. Tämä mahdollistaa kustannusten karsimisen kaikilla sektoreilla, unohtamatta alihankintayrityksiä.

RFID:n mahdolliset kustannussäästöt ovat mm:

- Varmuusvarastojen pienentäminen ylläpitäen korkeaa täyttöastetta, eliminoiden varaston loppumisen
- Kysyntä ja tarjonta kohtaavat toisensa johtaen parempaan tavarankierroon
- Takuuvirheet vähenevät virheellisten tuotteiden tunnistamisen parantuessa
- Ylimääräisten lähetysten väheneminen
- Varkauksien väheneminen
- Työvoimakustannukset vähenevät jakelukeskuksissa
- RFID-tekniikan lisäsovellusten avulla väärennettyjen, virheellisten tuotteiden tunnistaminen helpottuu
- Parantunut varkaudenesto
- Parantunut tilaus- ja toimitustarkkuus
- Kausiluontoinen suunnittelu ja toteutus tarkentuu, ja on ennakoitavissa
- Tuotevähennyksien pienentyminen.

(SFS-käsikirja 301-1:2010, 126-128; Poirier, Charles & McCollum, Duncan, 46-47, 106-107, 113.)

Wal-Mart on ottanut huomioon RFID-tekniikan edelläkävijänä monia eri osa-alueita valmistuksesta ostotapahtumaan. Koko prosessin läpinäkyvyys on mahdollistanut kustannussäästöt.

"Wal-Mart on ollut kustannustietoisempi ja päämäärähakuisempi organisaatio kuin useimmat eurooppalaiset jälleenmyyjät kun kyse on RFID:stä." (Christine Overby, Forrester Research)

5.2 Kaupan ROI laskuri

Tässä esimerkissä laskelmien teossa on käytetty apuna RFID Journalin Fashion Retail ROI Calculatoria, interaktiivista taulukkolaskentamallia (RFID Journal 2014c).

Taulukkoon asetetaan seuraavat tiedot:

- Tuotteiden määrä myyntitila ja varasto
- Yksikkökustannukset
- Varaston kierto

- Myyntikate
- Työtuntien määrä eri tilanteissa
- Työvoimakustannukset tunnissa
- RFID-tekniikasta tulevat kustannukset
- Arvio myynnin kehityksestä
- Muita kaupan tunnuslukuja.

Tietojen syöttämisen jälkeen saadaan arvio työvoimakulujen säästöistä. Kustannussäästöt perustuvat yhtiöiden American Apparel ja Dillard Yhdysvalloissa; Karstadt, Galeria Kaufhof, NP Collection Euroopassa saatuihin pilottihankkeiden tuloksiin. Mallin avulla pystytään arviomaan mahdollinen myynnin kasvu, joka perustuu parannettuun tuotteiden saatavuuteen ja varaston tarkkuuteen käyttämällä RFID tekniikkaa. Laskentamalli antaa mahdollisuuden arvioida laitteistojen ja ohjelmistojen integroinnista syntyviä kustannuksia. Kaupan ulkoasun suunnittelussa, RFID tekniikan asettelussa pystytään hyödyntämään saatuja tuloksia. Kuvitteellinen yritys, joka mallilla luodaan perustuu RFID:tä hyödyntävien yritysten kustannuksista saatuihin tuloksiin.

"Monet pilottihankkeet ovat olleet vähittäiskaupoissa jo vuosia. RFID voi tuottaa hyötyjä ja nyt meillä on todisteita siitä, että se myös tuottaa niitä. Tämä laskin antaa mahdollisuuden määrittää saatavat hyödyt myymälöissä ja liikkeen toimintaprosesseissa." (Mark Roberti, RFID Journal päätoimittaja)

Esimerkkilaskelmassa (Liite 1) käytetyt tunnusluvut ovat mahdollisimman lähellä nykypäivän todellisia arvoja. Laskentamalli on tehty yhdysvaltoihin, joten kaikki kustannukset ovat dollareina. Laskentamallissa valmiina olleet arvot soveltuvat hyvin myös tähän päivään. Valmiina olevat veroaste 32% ja pääoman tuottovaatimus 10% ovat sopivia. Henkilöstökustannukset ovat hieman muuttuneet, joten kaupan myyjän mediaani palkka muuttui 12 dollarista 14 dollariin. Tämä voi olla hieman liian alhainen tai korkea, riippuen henkilön vastuualueesta ja kaupan koosta mitä ei otettu tässä huomioon (Bureau Of Labor Statistics).

Kustannukset RFID tekniikasta myymälää kohti ovat:

– Tunniste	\$0,10
– Ohjelmisto	\$15000
– Ohjelmisto integrointi	\$8000
– Asennuspalvelut	\$10000

– Vastaanotto/tunnisteen lisäys asema	\$5000
– Integroitu lukulaite ovesa	\$4500
– Myyntipiste lukija	\$3500
– Kannettava lukija	\$4000 x2
Kokonaisinvestointi per myymälä	<u>\$61500</u>

RFID tunnisteiden, lukijoiden ja muiden kustannusten arviot on saatu tutkimalla eri lähteitä. Näiden kustannusten lisäksi tulevat ylläpitokustannukset ja muut satunnaiset kulut. Muita arvoja ei katsottu tarpeelliseksi vaihtaa, koska vain liikkeen koko, tuotteiden ja työntekijöiden määrä vaikuttavat niihin (IDTechEx).

Investointikustannuksiksi saadaan yhtä myymälää kohden 61500 dollaria. Takaisinmaksuajaksi saadaan tässä tapauksessa 7 kuukautta, mikä voidaan pyöristää vuodeksi jo monien arvioitujen kustannusten vuoksi.

Myyntikatteeksi ennen veroja myymälää kohti muodostui:

– 1 Vuosi	\$46958
– 2 Vuosi	\$87823
– 3 Vuosi	\$93531

Muita tunnuslukuja mistä saatiin huomattavia säästöjä olivat työvoimakustannuksista saadut säästöt ja myynnin kasvusta saatavat voitot. Taulukosta 5 nähdään arvioidut hyödyt RFID-tekniikan käytöstä.

Taulukko 5 Arvioitua hyödyt.

Tavaran vastaanotto	Alku	Työvoiman lisäys	RFID käyttö
Työtunteja / KK	25	30	5
Työvoimakustannukset / T	\$14	\$14	\$14
Vastaanotokustannukset / KK	\$350	\$420	\$70
Varastonseuranta	Alku	Työvoiman lisäys	RFID käyttö
Tuotteiden määrä	10000	10000	10000
Tuotteiden seuranta per henkilö / T	200	200	2000
Inventaariolaskenta / T	50	50	5
Kokonaistytötunnit / KK	30	400	40
Varastonseuranta kokonaiskustannukset / KK	\$420	\$5600	\$560
Tuotesiirto varastosta myyntitilaan	Alku	Työvoiman lisäys	RFID käyttö
Työtunnit / KK	25	50	12,5
Tuotesiirtokustannukset / KK	\$350	\$700	\$175
Kokonaistytökustannukset / KK	\$1120	\$6720	\$805
Työvoimasaastot (kustannukset)		(\$5600)	\$315
Myynnin kasvu	Alku	Työvoiman lisäys	RFID käyttö
Myynti / KK	\$187000		
% Liikevaihdon kasvu KK perustuen korkeampaan yksikköhintaan		3 %	4 %
Liikevaihdon kasvu / KK		\$5625	\$7500
% Liikevaihdon kasvu lisämyynti		0,5 %	1 %
Liikevaihdon kasvu Lisämyynti		\$938	\$1875
RFID lisämyynti tuotto		\$488	\$975
Lisämyynti bruttovoitto		\$6600	\$8475
Kokonaishyöty / KK		\$1000	\$8862
Kokonaishyöty / V		\$12000	\$106344
KK = kuukausi T = tunti V = vuosi			

Työtunnit vähenevät 50 % RFID käytöllä siirrettäessä tuotteita myyntitilaan. Tavaran vastaanotossa työtunnin vähenevät jopa 80 % ja inventaariossa käytetty aika vähenee jo 90 %. Työvoimakustannuksien säästöt henkilöä kohden ovat 315 dollaria kuukaudessa. Vastaavasti jos palkattaisiin ylimääräinen työntekijä työvoimakustannukset olisivat 5600 dollaria kuukaudessa. Varastonseurannan tarkkuus ja tehokkuus jää silti paljon RFID:n käytöllä saadusta 2000 tuotteen seurannasta. Varastojen arvon pienentäminen on monen yrityksen tavoite. Varastoihin saadaan helposti kadotettua tuotteisiin sidottua pääomaa ellei hyvää varastonhallintaa ole olemassa.

Liikevaihto kasvaa RFID:n käytöllä 7500 dollaria kuukaudessa. Myynnin kasvu neljällä prosentilla on varsin konservatiivinen arvio. American Apparel on laskenut myyntien kasvavan jopa 14 % RFID-tekniikkaa hyödyntävissä liikkeissä. Lisämyynti kasvaa prosentilla tavaroiden paremman saatavuuden kautta. Vuotuiseksi kokonaishyödyksi saa-

daan 106344 dollaria käytettäessä RFID-tekniikkaa. Vastaavasti työvoiman lisäyksellä kokonaishyöty jää 12000 dollariin.

Myös varkauksien odotetaan laskevan 10% RFID-tekniikan käyttöön siirryttäessä. Tunnisteet olisi hyvä saada tuotteisiin jo valmistusvaiheessa, jotta koko valmistus- ja logistiikkaketju pysyy kontrolloituna. Valvonnan myötä ongelmakohtiin pystytään puuttumaan nopeasti. Kaikki tunnusmerkit ovat RFID-tekniikan käytön puolella. Jokaisen yrityksen tulisi lisätä omat tunnuslukunsa laskelmaan ja tehdä omat johtopäätöksensä.

6 YHTEENVETO

RFID-tekniikka on yleistynyt useilla eri aloilla ja sitä tullaan hyödyntämään yhä enemmän tulevana vuosina. Uusia RFID-sovelluksia ja käyttötarkoituksia tulee sitä mukaa, kun tekniikka kehittyy. Riippuu paljon käytettävien sovellusten taajuusalueista ja niiden hyväksi käyttämästä tekniikasta, miten erilaiset standardit tulevat säilymään.

RFID-tekniikan kustannukset tulevat laskemaan kehityksen ja valmistuksessa tapahtuvien parannuksien sekä uudistusten myötä. Yritykset tulevat hyödyntämään tunnisteita eri aloille. Tunnisteiden kapasiteetti, lukunopeus ja varmuus kasvavat. Yhä kauempaa pystytään tunnistus toteuttamaan. Tekniset rajoitukset pienenevät, on kyse sitten materiaalin, tunnisteen koon tai lämpötilan aiheuttamista rajoista.

Mahdollisuus työskennellä missä tahansa ei ole enää unelma. Se on yksi ominaispiirre nykyajan liiketoiminnassa. Liiketoimintaa harjoittavien yritysten olisi aloitettava toiminnan testaus ja vahvistettava RFID-tekniikan käytöstä saatavat edut. RFID on väistämätön tekniikka, joka löytää paikkansa toimitusketjussa nyt tai lähitulevaisuudessa. Toimintaprosessien kehitys pysähtyy vain viivästelemällä investoinneissa. Samanaikaisesti kustannussäästöt karkaavat kilpaileviin yrityksiin, jotka ovat ensimmäisten joukossa investoineet RFID-tekniikan käyttöön.

RFID-tekniikan investointikustannukset ovat laskeneet. Tunnisteiden ja lukijoiden hinnat ovat jo saavuttaneet tason, jolla investoinneista saavutettavat hyödyt on nopeasti saavutettu. Käytettävästä ratkaisusta riippuen takaisinmaksuaika on noin vuosi RFID-tekniikan investoinneille kaupan alalla. Monet kustannussäästöt tulevat vasta myöhemmin erilaisista prosesseista analysoitujen tietojen kautta. Toiminnanohjaus ja erilaisten prosessien hallinta RFID-tekniikan avulla säästää kustannuksia. Järkevällä suunnittelulla monet työvaiheet saadaan tehokkaiksi ja varastot oikeaan paikkaan kuin oikean kokoisiksi. Suurimmat säästöt saadaankin vasta myöhemmin, kun yrityksen ja alihankkijoiden toiminnan tehostamisessa sovelletaan analysoituja tietoja.

RFID-tekniikkaa käytetään logistiikassa ja tavaroiden kuljetusprosesseissa jo hyvin paljon. Kaupan alalla erityisesti Suomessa ei tätä osata täysmääräisesti vielä käyttää. Terveysthuoltoalalla ensimmäiset projektit on jo otettu käyttöön. Monet ovat edelläkävijöitä omalla alallaan. Tämä vaatii kuitenkin usein myös alihankkijoiden ja koko tuotantoportaan valjastamista mukaan, jos halutaan tehostaa koko toimintaa. Lähes kai-

kista maksukorteista jo löytyvät lähimaksuominaisuus, mutta näitä hyväksyviä kauppvoja on vasta harvoja. Suuret päivittäistavarakaupat ottavat maksutavan lähivuosina valikoimiinsa. Isoja seuraavat luonnollisesti pienemmät kaupat. Yleisesti ottaen voidaankin sanoa, että RFID-tekniikan käytössä on hyvin suuria eroja eri alojen välillä. Onko kyse pelosta omien työpaikkojen puolesta, koska tekniikan käytöllä pystytään tekemään enemmän vähemmällä työntekijämäärällä. Vai ihmisen luontaisesta vastustuksesta uusien asioiden hyväksyntään. Seuraava askel RFID-tekniikassa on sovellusten ja erilaisten taustajärjestelmien määrän lisääntyminen. On myös hyvä kysyä, haluammeko valvoa ja kontrolloida kaikkea.

LÄHTEET

Arnoldsat. Welcome to Arnoldsat.com Viitattu 15.4.2014. <http://www.arnoldsat.com>

Bureau Of Labor Statistics. Occupational Outlook Handbook, Retail Sales Workers Viitattu 26.3.2014. <http://www.bls.gov/ooh/sales/retail-sales-workers.htm>

Banini, Joseph. Transport and logistics innovation towards the review of the Almaty Programme of Action in 2014 Viitattu 10.4.2014.
http://unctad.org/meetings/en/Presentation/BANINI_joseph_21_October-cp+ppt.pdf

Coresonant. RFID Tags & Cards Viitattu 14.3.2014. <http://www.coresonant.com>

Enymind Oy. J2Chrono enviroment Viitattu 23.4.2014. <http://www.enymind.fi/content/j2chrono-environment.html>

Finkenzeller, Klaus 2010. RFID Handbook Third Edition. Iso-Britannia: Wiley

IDTechEx. RFID China 2008-2018 Viitattu 14.3.2014
<http://wenku.baidu.com/view/a5057680e53a580216fcfe1f.html>

Kesko. Lähimaksaminen tekee tuloaan K-ryhmän kauppoihin. Viitattu 2.5.2014.
<http://www.kesko.fi/fi/Kaupat-ja-palvelut/Ajankohtaista/Lahimaksaminen-tekee-tuloaan-K-ryhman-kauppoihin/>

Kinnunen, J., Laitinen E.K., Laitinen, T., Leppiniemi J. & Puttonen V. 2004. Mitä on yrityksen taloushallinto? Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Kinnunen, J., Leppiniemi, J., Martikainen, T. & Virtanen, K. 2000. Yrityksen taloushallinnon perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Korttiturvallisuus.fi. Lähimaksaminen. Viitattu 2.5.2014.
<https://www.korttiturvallisuus.fi/Kaupassa/Lahimaksaminen/>

Luottokunta. Lähimaksaminen. Viitattu 2.5.2014. <http://www.luottokunta.fi/Kaupoille/Maksujen-vastaanotto/Lahimaksaminen/>

Nummela, Jussi. Riffid Oy. RFID-järjestelmän toteuttaminen helposti ja edullisesti - Case Euroports. Viitattu 3.5.2014. <http://www.rfidlab.fi/system/files/10.%20Riffid.pdf>

Poirier, Charles & McCollum, Duncan. 2006. RFID Strategic Implementation and ROI: A Practical Roadmap to Success. Yhdysvallat: J. Ross Publishing Inc.

Poulton, Chris. IDTechEx. RFID Viitattu 14.3.2014
www.scnf.org.uk/members/presentations/shefoct06/Chris_Poulton.ppt

Puolamäki, Esa. 2007. Strateginen johdon laskentatoimi. Helsinki: Tietosanoma Oy

Puolamäki, Esa & Ruusunen, Pentti. 2009. Strategiset investoinnit. Helsinki: Tietosanoma Oy

RACE networkRFID. D2.1 – market analysis consumption report Viitattu 20.3.2014
http://www.rfidineurope.eu/sites/default/files/RACE_deliverable_D2.1.pdf

RFID Journal 2014a. Rehab Center Monitors Patients With Ultra-wide Band Viitattu 24.4.2014.
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4281>

RFID Journal 2014b. Michelin Uses RFID to Track Tire Pressure and Tread for London Bus Company Viitattu 18.4.2014. <http://www.rfidjournal.com/articles/view?9697>

RFID Journal 2014c. Fashion Retail ROI Calculator Viitattu 14.3.2014.
<http://www.rfidjournal.com/store/fashion-retail-roi-calculator>

RFIDLab Finland Ry 2014a. Mitä on RFID? Viitattu 14.3.2014. <http://www.rfidlab.fi>

RFIDLab Finland Ry 2014b. Suomalainen Naisten pukutehdas Oy otti RFID-teknologian käyttöön koko toimitusketjussaan. Viitattu 28.4.2014. <http://www.rfidlab.fi/artikkelit/suomalainen-naisten-pukutehdas-oy-otti-rfid-teknologian-kayttöön-koko-toimitusketjussaan>

Riistama, V. & Jyrkkiö, E. 1995. Operatiivinen laskentatoimi, perusteet ja hyväksikäyttö. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset

SFS-Käsikirja 301-1, 2013. RFID. Osa 1: Opas. Johdatus Tekniikkaan. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry

Wired. European Retailer Using RFID to Improve Customer Service. Viitattu 28.4.2014.
<http://www.wired.com/2008/12/european-clothi/>

RFID Fashion Retail ROI Calculator



Fashion Retail ROI Calculator

Enter your company's actual numbers or estimates in the boxed cells.

Company Information	
Name	Vaatekauppa X
Total items on the floor	10 000
Total items in the back room	5 000
Total stock turns	5
Average selling price per item	\$30
Annual revenue per store	\$2 250 000
Number of stores	1
Total revenue	\$2 250 000
Tax rate	32 %
Cost of capital	10 %

Receiving Goods into Inventory	Currently	With Add'l Labor	With RFID
Hours spent per store/month	25	30	5
Labor cost/hour	\$14	\$14	\$14
Receiving cost per store/month	\$350	\$420	\$70

Inventory Counts	Currently	With Add'l Labor	With RFID
No. of items on the floor	10 000	10 000	10 000
No. of items counted per person/store/hour	200	200	2 000
No. of man-hours for complete inventory	50,0	50,0	5,0
No. of complete counts per month		8	8
Total no. of man-hours per store/month	30	400	40,0
Labor cost/hour	\$14	\$14	\$14
Total cost per store/month	\$420	\$5 600	\$560

Back-to-Front Replenishment	Currently	With Add'l Labor	With RFID
Man-hours per store/month	25	50	12,5
Labor cost/hour	\$14	\$14	\$14
Cost per store/month	\$350	\$700	\$175

Total labor per store/month	\$1 120	\$6 720	\$805
Labor savings (cost)		(\$5 600)	\$315

Reduction in Shrinkage	With RFID
Total shrinkage as a % of sale	2 %
Internal shrinkage as a % of total shrinkage	40 %
Internal shrinkage per store/month	\$1 500
% reduction due to RFID	10 %
Value of reduction in shrinkage per store/month	\$150
Net benefit of shrinkage reduction	\$72

Sales Increase	Currently	With Add'l Labor	With RFID
Sales per month/store	\$187 500		
% revenue increase from higher AUR*		3 %	4 %
Rev. increase per month based on higher AUR		\$5 625	\$7 500
% revenue increase from incremental sales		0,5%	1 %
Revenue increase from incremental sales		\$938	\$1 875
Retail margin		52 %	52 %
Profit from incremental sales attributable to RFID		\$488	\$975
Gross incremental profit per store/month		\$6 600	\$8 475

Total benefit per store/month	\$1 000	\$8 862
Total benefit per store/year	\$12 000	\$106 344

Cost for RFID System per Store	Cost Per Unit	Units	Total
Incremental cost of RFID hang tags	\$0,10	75 000	\$7 500
Software			\$15 000
Software integration per store			\$8 000
Professional services			\$10 000
Receiving/tagging station	\$5 000	1	\$5 000
Impact door	\$4 500	1	\$4 500
Point-of-sale	\$3 500	1	\$3 500
Handhelds	\$4 000	2	\$8 000
Total hardware costs			\$21 000
Total investment in RFID per store			\$61 500

Payback period (months)	7
-------------------------	---

Three-Year View			
Depreciation (years)	3	Resale Value	\$3 300
Return on Investment	Year 1	Year 2	Year 3
Profit contribution from higher AUR	\$101 700	\$104 751	\$107 894
Reduction in shrink	\$864	\$873	\$881
Elimination of 2 yearly physical inv. counts	\$2 100	\$2 100	\$2 100
Labor savings (cost) attributable to RFID	\$3 780	\$3 780	\$3 780
Benefits attributable to RFID	\$108 444	\$111 504	\$114 655
Costs			
Annual cost of tags	\$7 500	\$7 575	\$7 651
Software license	\$15 000		
Software maintenance and support	\$0	\$3 000	\$3 000
Software integration	\$8 000		
Professional services	\$10 000		
Hardware cost (depreciated)	\$9 660	\$5 216	\$2 817
Cost of hardware maintenance	\$2 100	\$2 100	\$2 100
Corporate overhead (IT and other)	\$4 000	\$4 000	\$4 000
Cost of capital	\$5 226	\$1 789	\$1 557
Total costs attributable to RFID	\$61 486	\$23 681	\$21 124
Per store gross profit	\$46 958	\$87 823	\$93 531
Taxes	(\$15 027)	(\$28 103)	(\$29 930)
Net profit per store	\$31 931	\$59 720	\$63 601
Chain-wide net profit	\$31 931	\$59 720	\$63 601
Net present value**			\$126 168

NOTES: Cells colored light-blue are the estimated benefits from RFID. These values should be updated with the results of real-world pilots. Yellow cells are subtotals and orange cells are totals. If you find an error in this calculator, please send e-mail to editor@rfidjournal.com.

*Average unit retail (AUR) is the average selling price realized per item. Since RFID enables a retailer to sell more of its existing inventory, which is already paid for, at or closer to full price, the net effect is to boost retail margins, so all of the additional revenue is treated as profit. For a more detailed explanation, see the "Ladder" worksheet.

**Our net present value analysis assumes 100% of the benefits start in Year 1, and the costs are spread over the year. In reality, the benefits should be phased in over the course of the year as the solution is rolled out, but this analysis is provided to offer calculator users a rough estimate of the value of a potential investment in RFID.

©2009 RFID Journal, LCC. This calculator cannot be reused or distributed without the expressed written consent of RFID Journal. Any copying or posting online is strictly prohibited.

Why Increased Revenue From Existing Inventory Is Treated as 100% Profit

If items are in the back room instead of on the selling floor at the start of the season or when demand spikes, shoppers leave and purchase them elsewhere. Often the result is the items have to be marked down later. RFID helps retailers improve store execution and therefore sell more items at or closer to full price. The two scenarios below explain why RFID Journal believes a 4 percent increase in revenue from existing inventory can be achieved with RFID.

Scenario 1: Sales of a sweater with a list price of \$100 without RFID

Number	Sold	Selling Price	Unit Cost	Revenue	Cost	Profit
40		\$100	\$40	\$4 000	\$1 600	\$2 400
20		\$70	\$40	\$1 400	\$800	\$600
20		\$60	\$40	\$1 200	\$800	\$400
10		\$50	\$40	\$500	\$400	\$100
10		\$40	\$40	\$400	\$400	\$0
100				\$7 500	\$4 000	\$3 500

Scenario 2: Sales of a sweater with a list price of \$100 with improved execution through RFID

Number	Sold	Selling Price	Unit Cost	Revenue	Cost	Profit
43		\$100	\$40	\$4 300	\$1 720	\$2 580
24		\$70	\$40	\$1 680	\$960	\$720
22		\$60	\$40	\$1 320	\$880	\$440
6		\$50	\$40	\$300	\$240	\$60
5		\$40	\$40	\$200	\$200	\$0
100				\$7 800	\$4 000	\$3 800

Selling just three more items at full price, four more at \$70 and two more at \$60 leads to an additional \$300 in revenue (4%), all of which is reflected in the profits.